ina

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX

97

25. JUIL. 1984
POSTE CENTRALE DE VERSAILLES

BTT-57

BULLETIN TECHNIQUE

N°56 JUIN 1984

trimestriel

ISSN 0395-7519

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE

N°56 JUIN 1984

C.R.Z.V. de Theix _ 63122 CEYRAT _ Tel. (73) 92.42.63

Sommaire

Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des ensilages de maïs à partir de la composition de la plante à la mise en silo
J. ANDRIEU 5

Effet du niveau azoté de l'aliment concentré sur les performances des veaux sevrés précocement
J.L. TROCCON, J. BONY, J.P. GAREL, P.R. PARRASSIN 9

Comportement alimentaire de vaches laitières en stabulation libre recevant du lactosérum en libre service
J.B. COULON, B. REMOND 15

Intérêt du monopropylène glycol dans la prévention et dans le traitement des cétoses chez les vaches laitières
B. REMOND, C. REMESY, P. RUFFIO, Y. CHILLIARD 21

Production de génisses de boucherie avec et sans vêlage. Expérimentation dans le marais rochefortais
E. LAFON, Y. GEAY, G. LIENARD, L. DAMOUR, C. BERANGER 31

L'enquête éco-pathologique continue :
3. Mise en évidence de facteurs de risque de l'infertilité en élevage bovin laitier
J. BARNOUIN, P. PACCARD, J.C. FAYET, M. BROCHART 51

Les composantes de la qualité de la viande du tissu adipeux et des produits carnés
J.P. GIRARD 59

Productivité en agneaux des troupeaux ovins. Réflexions sur le choix d'une méthode d'analyse
J. MARZIN, G. LIENARD 69

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A. 91

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 5-8

Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des ensilages de maïs à partir de la composition de la plante à la mise en silo

J. ANDRIEU

Laboratoire des Aliments

Dans les Tables que nous avons publiées (INRA, 1981), nous avons proposé aux laboratoires d'analyses, de prévoir la digestibilité et la valeur énergétique des ensilages d'herbe à partir de la composition chimique de la plante à la mise en silo. Nous ne reviendrons pas ici sur les avantages de cette méthode (cf. INRA, 1981). Compte tenu de l'intérêt manifesté par les praticiens et les laboratoires d'analyses pour cette méthode, nous nous proposons aujourd'hui de décrire une démarche analogue dans le cas des ensilages de maïs, ce qui n'avait pas été fait dans les Tables.

. *Pour un maïs donné,* récolté à plusieurs stades entre la floraison et le stade vitreux du grain, il n'existe aucune relation significative entre d'une part sa digestibilité ou sa valeur énergétique (en vert ou sous forme d'ensilage) et d'autre part l'âge de la plante à la récolte, sa composition morphologique (teneur en grain ou en épi + spathes), sa composition chimique (teneur en cellulose brute ou en amidon) : en effet, si la composition évolue sensiblement entre le stade laiteux et le stade vitreux du grain, par contre, la digestibilité et la valeur énergétique n'évoluent pratiquement pas (fig. 1). Il en est de même si on considère non plus une culture donnée mais un ensemble de cultures récoltées à des stades très variables (DEMARQUILLY, 1969 ; ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974).

. Mais si, pour limiter l'interférence avec le stade de récolte, on ne considère plus que des cultures récoltées à l'approche de la maturité (teneur en MS supérieure à 28 p.100) ou à une date où les « jeux sont faits » pour la production de grain (plus de 50 jours après la floraison femelle), il existe alors des relations significatives entre d'une part la digestibilité ou la valeur énergétique et d'autre part la composition morphologique (fig. 2) et chimique. Sur cette figure, on peut cependant constater qu'à même teneur en grain, il existe des différences de digestibilité relativement importantes entre ensilages, ce qui confirme (GALLAIS, 1976) que la digestibilité de la plante ne dépend pas exclusivement de sa teneur en grain mais aussi de la digestibilité des organes végétatifs qui est difficile à appréhender à partir de la composition chimique de la plante entière.

. Compte tenu du fait que la teneur en amidon des ensilages n'avait pas été déterminée systématiquement dans nos essais et que la teneur en grain de la plante à la mise en silo était peu susceptible d'être utilisée dans la pratique, nous n'avons donné dans les Tables que les relations suivantes entre d'une part la digestibilité de la matière organique (DMO_E en p.100) ou la valeur énergétique ($UFL_{øE}$ et $UFV_{øE}$ / 100 kg de M.O.) des ensilages et d'autre part leur teneur en cellulose brute, corrigée pour les pertes de produits volatils à l'étuve ($CB_{øE}$ en g / kg de M.O.) :

$$DMO_E = 88{,}46 - 0{,}0865\, CB_{øE} \pm 1{,}7 \quad ; \quad R = 0{,}706$$
$$UFL_{øE} = 121{,}08 - 0{,}1600\, CB_{øE} \pm 3{,}0 \quad ; \quad R = 0{,}721$$
$$UFV_{øE} = 120{,}65 - 0{,}1894\, CB_{øE} \pm 3{,}6 \quad ; \quad R = 0{,}722$$

Si les teneurs en cendres et en cellulose brute sont déterminées sur un échantillon prélevé à la mise en silo, nous proposons, pour utiliser ces mêmes relations, d'estimer la teneur en cellulose brute corrigée de l'ensilage correspondant grâce à la relation suivante :

$$CB_{øE} = 18 + 0{,}938\, CB_{øV} \pm 18 \; ; \; R = 0{,}783 \qquad n = 99$$

où

$CB_{øE}$ = teneur en cellulose brute corrigée de l'ensilage } en g / kg
$CB_{øV}$ = teneur en cellulose brute à la mise en silo } MO

L'application de cette équation revient en fait à considérer que la teneur en cellulose brute corrigée de l'ensilage (en g par kg de M.O.) est égale à celle de la plante à la mise en silo augmentée de 5 g par kg de matière organique.

La plage de variation de la teneur en cellulose brute des ensilages de maïs est assez étroite (de 15 à 25 p.100 de la matière sèche) et cette teneur n'est que le reflet indirect de la teneur en grain ou en amidon de la plante. Aussi peut-on lui préférer, tout au moins techniquement, la teneur en amidon qui est susceptible

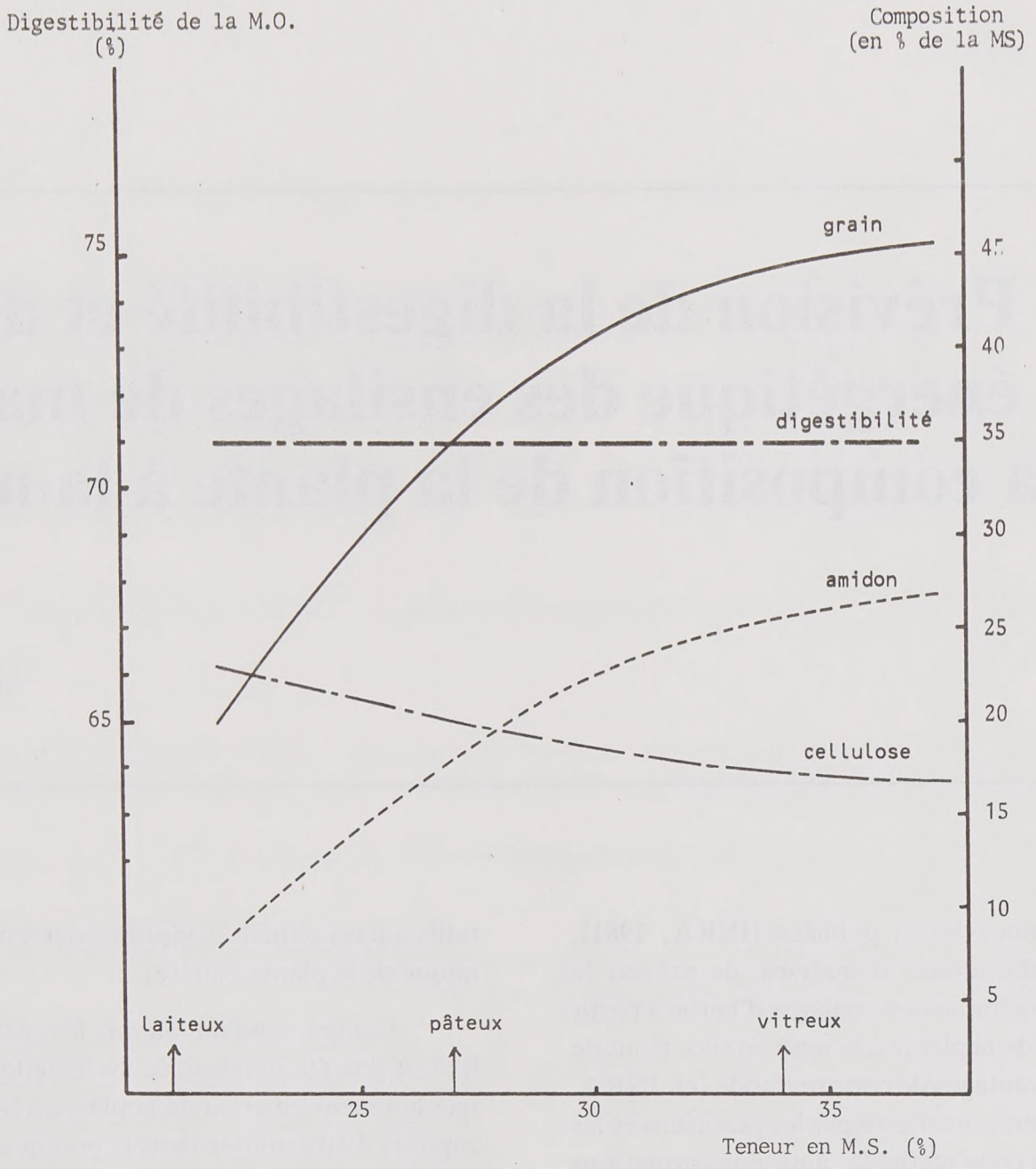


FIG. 1 : *Evolution moyenne de la composition (morphologique et chimique) et de la digestibilité de la matière organique d'une culture de maïs en vert en fonction de sa teneur en matière sèche (conditions normales de végétation)*

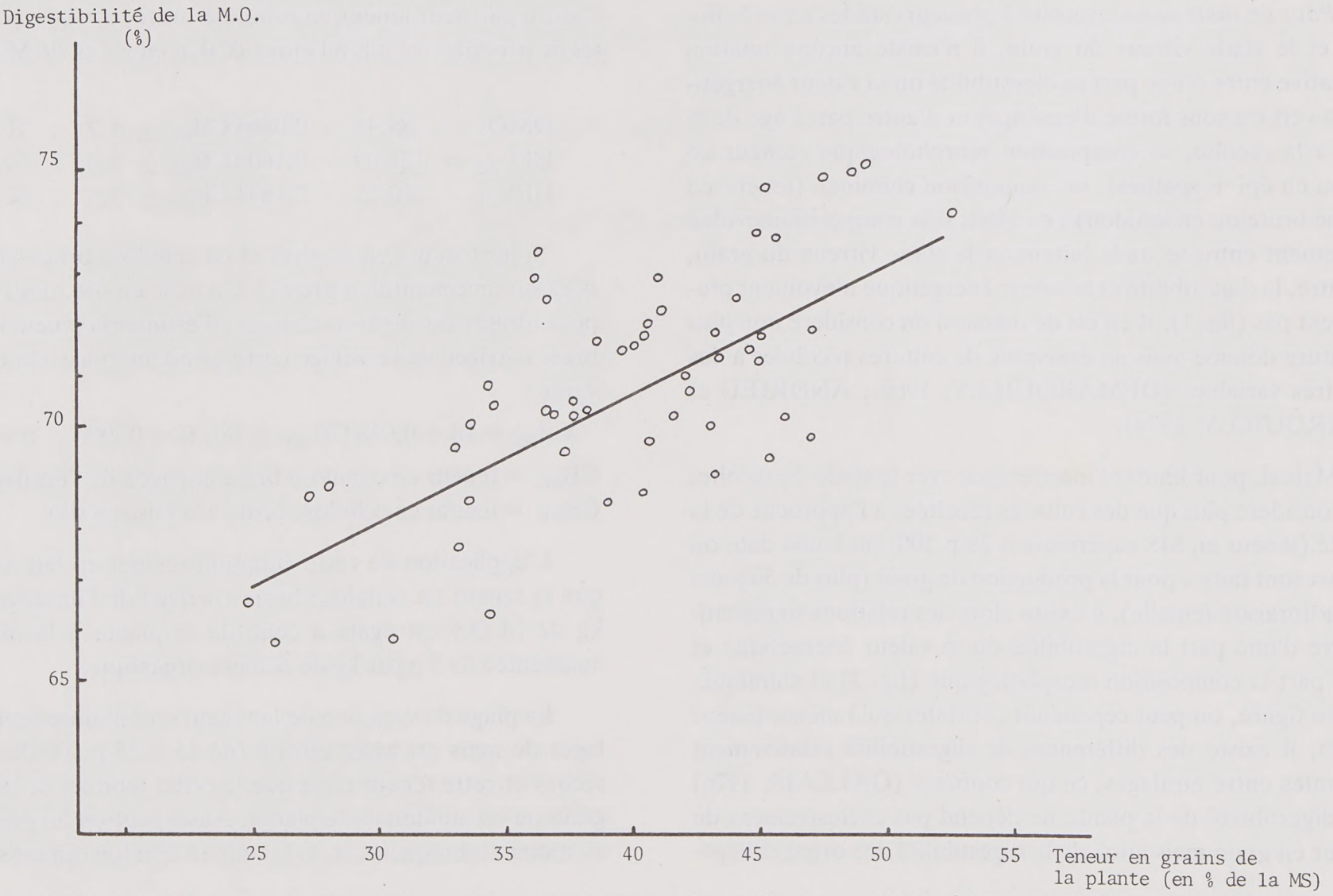


FIG. 2 : *Liaison entre la digestibilité de la matière organique des ensilages de maïs récoltés à plus de 28 p.100 de MS et leur teneur en grain à la mise en silo*

de varier dans des limites plus larges (de 10 à 30 p.100 de la matière sèche). Afin d'éviter le problème des corrections pour les pertes de produits volatils à l'étuvage, nous proposons des relations qui partent directement de la teneur en amidon de la plante à la mise en silo pour prévoir la digestibilité et la valeur énergétique des ensilages (récoltés à plus de 28 p.100 de matière sèche ou plus de 50 jours après la floraison femelle). Théoriquement cette prévision se fera en deux temps :

- on estimera tout d'abord la teneur en grain de la plante à la mise en silo (GRAINV en g / kg de matière sèche) à partir de sa teneur en amidon (AMIDV* en g / kg de matière sèche) grâce à la relation suivante :

$$GRAINV = 24{,}9 + 2{,}3855\,AMIDV - 0{,}003116\,AMIDV^2 \pm 34 \quad (1)$$
$$R = 0{,}957 \qquad n = 59$$

Cette relation, calculée à partir de nos résultats (fig.3), est comparable à celle publiée par l'I.T.C.F. (RAYMOND *et al.*, 1983).

- puis on estimera la digestibilité de la matière organique (DMO_E en p.100) et la valeur énergétique ($UFL_{øE}$ et $UFV_{øE}$ / 100 kg de M.O.) de l'ensilage à partir de la teneur en grain (GRAINV en g / kg de matière sèche) de la plante verte à la mise en silo (pour n = 54).

$$DMO_E = 60{,}26 + 0{,}0270\,GRAINV \pm 1{,}70 \quad R = 0{,}698$$
$$UFL_{øE} = 69{,}24 + 0{,}0491\,GRAINV \pm 3{,}07 \quad R = 0{,}702 \quad (2)$$
$$UFV_{øE} = 59{,}35 + 0{,}0579\,GRAINV \pm 3{,}63 \quad R = 0{,}701$$

En fait, cela reviendra à utiliser les relations suivantes tirées de (1) et (2) et qui permettent d'estimer directement la digestibilité et la valeur énergétique des ensilages à partir de la teneur en amidon de la plante à la mise en silo (AMIDV* en g / kg de matière sèche) :

$$DMO_E = 60{,}93 + 0{,}0644\,AMIDV - 0{,}000084\,AMIDV^2$$
$$UFL_{øE} = 70{,}46 + 0{,}1171\,AMIDV - 0{,}000153\,AMIDV^2$$
$$UFV_{øE} = 60{,}79 + 0{,}1382\,AMIDV - 0{,}000181\,AMIDV^2$$

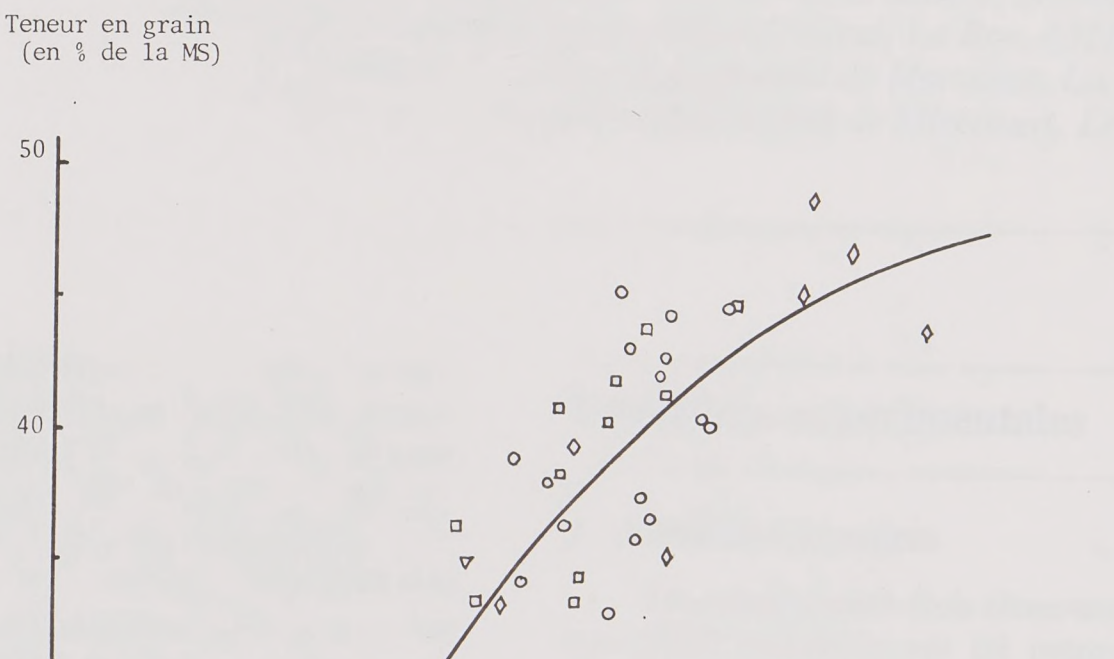


FIG. 3 : *Liaison entre la teneur en grain de la plante de maïs et sa teneur en amidon*

* dosée par méthode enzymatique (THIVEND *et al.*, 1965).

La teneur en matière organique des ensilages sans additif étant identique à celle déterminée à la mise en silo, cette dernière pourra être utilisée pour calculer la valeur énergétique des ensilages sur la base de leur matière sèche.

En résumé, la composition morphologique ou chimique (cellulose ou amidon) n'est d'aucun recours pour prévoir la digestibilité ou la valeur énergétique de la plante de maïs verte ou ensilée et récoltée entre la floraison et la maturité du grain. Par contre, si la récolte a lieu à une teneur en matière sèche supérieure à 28 p.100 ou plus de 50 jours après la floraison femelle, non seulement la composition chimique de l'ensilage (teneur en cellulose brute - Tables INRA 81) mais maintenant celle de la plante à la mise en silo (teneurs en amidon ou en cellulose brute) peuvent être utilisées.

Références bibliographiques

ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974. Valeur alimentaire du maïs fourrage. II. Influence du stade de végétation, de la variété, du peuplement, de l'enrichissement en épi et de l'addition d'urée sur la digestibilité et l'ingestibilité de l'ensilage de maïs. *Ann. Zootech.*, **23** (1), 1-25. III. Influence de la composition et des caractéristiques fermentaires sur la digestibilité et l'ingestibilité des ensilages de maïs. *Ann. Zootech.*, **23** (1), 27-43.

DEMARQUILLY C., 1969. Valeur alimentaire du maïs fourrage. I. Composition et digestibilité du maïs sur pied. *Ann. Zootech.*, **18,** 17-32.

GALLAIS *et al.*, 1976. Possibilités de sélection du maïs en tant que plante fourragère. *Ann. Amélior. Plant.*, **26** (4), 591-605.

RAYMOND F. *et al.*, 1983. Relation entre la teneur en amidon et le pourcentage de grain dans la plante entière de maïs. Document ITCF et AGPM, janvier 1983.

THIVEND P. *et al.*, 1965. Dosage de l'amidon dans les milieux complexes. *Biol. anim. Biophys.*, **5,** 513-526.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 9-14

Effet du niveau azoté de l'aliment concentré sur les performances des veaux sevrés précocement

J.L. TROCCON*, J. BONY**, J.P. GAREL***, P.R. PARRASSIN****

** I.N.R.A. Station de Recherches sur la Vache laitière, St-Gilles, 35590 L'Hermitage*
*** I.N.R.A. Domaine expérimental d'Orcival, Le Roc, 63210 Rochefort-Montagné*
**** I.N.R.A. Domaine expérimental de Marcenat, La Borie, 15330 Marcenat*
***** I.N.R.A. Domaine expérimental de Mirecourt, Le Joly, 88500 Mirecourt*

Le niveau azoté de l'aliment concentré a des effets variables sur les performances des veaux d'élevage sevrés précocement selon leur sexe, le gain de poids vif et le mode d'alimentation (GARDNER, 1968 ; STOBO *et al.,* 1967 ; TRAUB et KESLER, 1971 ; FAICHNEY et DAVIES, 1973 ; GROENEWALD *et al.,* 1975 ; DANIELS et FLYNN, 1976 ; JAHN et CHANDLER, 1976 ; NEVILLE *et al.,* 1977). L'absence ou un faible apport de tourteau ou d'urée en supplément de céréales réduit parfois considérablement les quantités ingérées et l'efficacité de la ration (BROWN *et al.,* 1956-1970 ; LEE et Mc COY, 1974 ; SCHURMAN et KESLER, 1974 ; CLOUGH et SCHAWAB, 1977) et les gains de poids vif (FAICHNEY, 1973 ; GROENEWALD *et al.,* 1975 ; JAHN et CHANDLER, 1976 ; THOMAS et TINNIMIT, 1976 ; DANIELS et FLYNN, 1976). L'apport de tourteau améliore les performances des veaux par rapport à l'urée seule (BROWN et LASSITER, 1962 ; STOBO *et al.,* 1967 ; KAY *et al.,* 1967 ; THOMAS et TINNIMIT, 1976 ; GUILHERMET, 1979).

Dans l'élaboration des recommandations pour les veaux d'élevage (INRA, 1978), les besoins azotés ont été estimés par comparaison de la méthode factorielle (entretien plus croissance) et des résultats d'essais d'alimentation de la bibliographie. Les calculs effectués en PDI concordaient entre les deux méthodes malgré les hypothèses posées concernant l'importance des contenus digestifs, le dépôt de protéines dans le gain de poids vif vide et le rendement d'utilisation métabolique de l'azote.

Des vérifications étaient nécessaires. Les effets de la distribution d'aliments concentrés de valeurs azotées croissantes ont été testés dans 4 essais sur les performances des génisses et mâles d'élevage de la naissance à 3 ou 5 mois d'âge. Les aliments concentrés ont été formulés directement dans le système P.D.I.

Conditions expérimentales

1. Aliments concentrés

Dans chaque essai, trois aliments concentrés de valeurs azotées (PDI) croissantes ont été préparés par le remplacement d'une partie de la céréale (orge ou maïs) par du tourteau traité au formol (soja-colza, soja-colza-arachide, TROCCON et JOURNET, 1979 ; TROCCON et PARRASSIN, 1980). Dans les essais I, II, III et IVa réalisés sur des génisses, l'aliment concentré de niveau azoté bas est sans tourteau traité comparativement aux aliments concentrés de niveaux azotés moyen et haut enrichis de tourteau traité à 2 taux d'incorporation. Dans l'essai IVb réalisé sur des mâles, les 3 aliments concentrés contiennent du tourteau traité (tabl. 1). L'équilibre PDIN = PDIE est recherché en utilisant du tourteau d'arachide normal ou de l'urée. Les valeurs énergétiques des aliments concentrés sont très voisines à l'intérieur de chaque essai. Les valeurs azotées des aliments concentrés sont calculées d'après les équations proposées par R. VERITE et D. SAUVANT (1981). Les valeurs PDI obtenues pour les aliments concentrés ont varié de 100 à 149 g / kg MS et 146 à 210 g MAT / kg MS (tabl. 1). Les aliments concentrés de l'essai II présentent un déficit en azote fermentescible de 5 à 8 g PDIN / UFL car la solubilité de l'azote de l'orge (s = 0,15) est faible. De même, les aliments concentrés de niveaux azotés bas des essais III et IVa sont déficitaires en azote fermentescible.

Les aliments concentrés granulés (5 mm diamètre) sont complets sauf dans l'essai III, où l'aliment de base (maïs + urée) et le tourteau traité granulés séparément sont mélangés au moment de la distribution.

TABLEAU 1

Composition des aliments concentrés expérimentaux

Lieu	THEIX (63) - ORCIVAL (63) - MARCENAT (15)									MIRECOURT (88)			
Essai	I			II			III			IV a et b			
Niveau azoté de l'aliment concentré Génisses Mâles	Bas –	Moyen –	Haut –	Bas –	Moyen –	Haut –	Bas –	Moyen –	Haut –	Bas –	Moyen Bas	Haut Moyen	– Haut
Constituants (p.100)													
* Orge	82	74,5	67	90,4	84,4	77,4	–	–	–	90,2	84,7	79,2	73,7
* Maïs	–	–	–	–	–	–	89,8	83,1	76,3	–	–	–	–
* Tourteau d'arachide	9	9	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
* Tourteau traité soja-colza	–	7,5	15	–	6	13	–	–	–	–	–	–	–
* Tourteau traité soja-colza-arachide	–	–	–	–	–	–	–	7,1	14,3	–	5,5	11	16,5
* Urée	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1,8	1,7	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2
* Mélasse	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
* CMV (P, Ca,...)	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,4	3,1	2,9	3,6	3,6	3,6	3,6
Composition chimique (g/kg MS)													
* Matière organique	926	921	926	937	938	928	957	955	953	941	945	938	938
* Matières azotées totales	162	181	208	146	170	178	157	182	207	154	183	195	210
* Matières azotées solubles	73	70	69	56	62	53	60	59	59	64	69	65	57
* Cellulose brute	40	59	63	40	42	45	18	21	24	46	53	54	62
Valeur azotée (g/ kg MS)													
* PDIN	107	123	145	100	117	127	106	126	145	102	123	135	150
* PDIE	108	121	140	108	123	136	113	129	145	107	123	134	149
* PDIN-PDIE	1	–	–	8	6	9	7	3	–	5	–	–	–

TABLEAU 2

Influence du niveau azoté de l'aliment concentré sur les performances des veaux d'élevage

Lieu	THEIX (63) ORCIVAL (63) MARCENAT (15)									MIRECOURT (88)					
Essai	I			II			III			IVa			IVb		
Niveau azoté de l'aliment concentré	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut
Nombre de Génisses.....	36	35	33	28	25	24	32	31	30	18	17	15	–	–	–
Mâles.....	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	18	16	17
Age au sevrage (j).....	56	54,5	55,7	52,2	52,6	51,9	56,9	56,4	57,8	56	56	56	56	56	56
Quantités ingérées (kg MS)															
. Aliment concentré															
* naissance - sevrage (1)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	(2)	15,5	14,2	16,0	18,0	13,8
* sevrage - 3 mois (1)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	(2)	58,8	59,5	82,0	86,8	82,3
* naissance - 3 mois	73,1	74,6	74,1	72,1	76,7	74,2	79,5	79,2	78,8	65,1	72,7	70,9	90,7	100,6	97,9
* 3 - 5 mois	–	–	–	–	–	–	–	–	–	109,5	109,7	110,6	191,5	192,2	189,8
. Fourrage															
* naissance - 3 mois	18,9	20,6	20,5	28,4	19,5	26,2	15,6	14,9	19,2	41,9	33,2	34,9	26,7	(2)	(2)
* 3 - 5 mois	–	–	–	–	–	–	–	–	–	97,8	106,2	100,6	82,4	84,8	81,0
Poids vif (kg)															
* naissance.....	38,3	37,7	38,1	40,1	39,1	40,4	39,9	39,0	40,0	42,4	43,7	42,5	48,3	48,3	44,7
* 1 mois.....	58,9	58,4	57,6	58,6	57,1	58,3	57,9	56,6	59,1	–	–	–	–	–	–
* sevrage.....	77,2	75,8	75,7	73,7	73,7	74,1	80,4	79,2	81,8	82,1	85,8	82,8	92,2	93,1	90,1
* 3 mois.....	103,9	104,2	104,5	101,9	102,6	107,6	107,9	107,8	111,5	105,6	113,2	107,5	126,8	131,3	126,8
* 5 mois.....	–	–	–	–	–	–	–	–	–	144,5	155,5	152,2	201,5	203,3	200,5
Gain de poids vif (g/j) (3)															
* naissance - 3 mois..	721	730	730	680a	698ab	739b	748	756	786	702	772	726	872	922	913
* " " - 5 mois..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	667αa	731ßb	717ßab	1003	1009	1015
* sevrage - 3 mois..	743α	772	810ß	735a	751a	832b	783aA	798a	879bB	671a	782b	706	989	1091	1050
* " " - 5 mois..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	638α	705ß	705	1116	1120	1121
* de 3 - 5 mois.....	–	–	–	–	–	–	–	–	–	621a	663ab	705b	1199	1140	1160

(1) Veaux en alimentation individuelle
(2) Effectif contrôlé insuffisant
(3) Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes : lettres grecques (P<0,1), lettres minuscules (P<0,05), lettres majuscules (P<0,01).

2. Animaux

Les essais I, II, et III ont été réalisés sur 274 génisses issues des troupeaux de vaches laitières des domaines INRA de Theix et d'Orcival (génisses Pie-Noir) et de Marcenat (génisses Pie-Noir et Montbéliardes). L'essai IV a été réalisé sur 50 génisses (IVa) et 51 mâles (IVb) de race Montbéliarde issus du troupeau de vaches laitières du domaine INRA de Mirecourt. Les veaux naissent à l'automne pour l'essentiel et sont répartis dans les régimes au fur et à mesure des naissances. Les veaux étaient maintenus sur paille en permanence.

3. Alimentation

Après le colostrum pendant 3 - 4 jours (12 à 20 kg), les veaux ont reçu individuellement du lait de remplacement jusqu'à l'âge de 6 à 9 semaines (8 semaines en moyenne) soit 40 kg environ d'aliment d'allaitement. L'allaitement consiste en 1 repas chaud par jour parfois supprimé le dimanche à la concentration de 220 g d'aliment d'allaitement par kg de lait de remplacement (TROCCON, 1983).

Dès la 3ème semaine d'âge, les aliments concentrés et les fourrages (ensilage de maïs-urée à 30-40 p.100 MS à Theix, ensilage d'herbe à 20 - 21 p.100 MS à Orcival, foin de prairie naturelle à Marcenat et à Mirecourt) sont proposés aux veaux. Les aliments concentrés apportant minéraux et vitamines sont limités à 2 kg pour les génisses et à 3,5 kg pour les mâles. Les fourrages sont offerts en permanence à volonté. Les veaux ont à leur disposition de l'eau propre à volonté et une pierre à lécher apportant des oligoéléments.

La période expérimentale s'est achevée à 3 (essais I, II, III,) ou 5 mois (esais IVa.b) d'âge.

4. Mesures

Dans chaque essai, 1/3 des veaux environ est alimenté individuellement en aliments solides. Les autres le sont en lots de 5 à 10. Les quantités ingérées d'aliment concentré sont mesurées chaque jour ainsi que la consommation de fourrage dans les essais I, II, III. Dans les essais IVa et b, la consommation de foin est mesurée trois jours par semaine pour les veaux en lots et aux semaines d'âge 13, 16, 19 et 22 pour les veaux en alimentation individuelle.

Les veaux sont pesés à la naissance puis toutes les 2 semaines (essais I, II et III) ou à âges types (sevrage, 3 mois, 5 mois ; essais IVa et b).

Dans les essais I, II et III, des veaux ont subi des prélèvements sanguins afin de doser l'urée plasmatique entre 1 et 3 mois d'âge, 4 heures après la distribution de l'aliment concentré.

Résultats

1. Quantités ingérées

Les aliments concentrés de niveaux azotés bas des essais I, II IVa sont moins bien consommés avant le sevrage que ceux de niveaux azotés moyens et hauts correspondants. Cependant, ces différences ne sont pas significatives car les effectifs de génisses en contrôle individuel sont trop faibles. Après le sevrage, les aliments concentrés sont rapidements limités (essais I, II, III et IVa) ou consommés en quantités égales (essais IVb).

Les fourrages sont peu consommés jusqu'à 3 mois et les quantités ingérées sont peu affectées par la valeur azotée de l'aliment concentré. L'aliment concentré de niveau azoté moyen de l'essai II provoque une diminution de la quantité consommée de fourrage. Entre 3 et 5 mois, la consommation journalière de foin augmente ($P < 0,05$) de 380 g MS du niveau azoté moyen au niveau azoté haut pour les génisses (essai IVa) et de 270 g MS du niveau azoté bas au niveau azoté moyen pour les mâles (essai IVb) lorsqu'ils sont alimentés individuellement.

2. Gain de poids vif (tabl. 3)

Le niveau azoté des aliments concentrés n'a pas d'effet sur le gain de poids vif de la naissance au sevrage et peu de la naissance à 3 mois. Cependant, le gain de poids vif des génisses augmente de 80 à 110 g/j ($0,1 < P < 0,01$) après le sevrage. L'augmentation est continue dans les essais I, II et III alors que le niveau azoté moyen permet le gain de poids vif le plus élevé du sevrage à 3 ou 5 mois dans l'essai IVa. Entre 3 et 5 mois (essai IVa), le gain de poids vif des génisses augmente avec le niveau azoté de l'aliment concentré (P 0,05).

Dans l'essai IVb, les gains de poids vif des mâles après le sevrage ne sont pas modifiés par le niveau azoté de l'aliment concentré.

3. Urémie plasmatique (fig. 1)

L'urémie plasmatique évolue avec l'âge (essais II et III, $P < 0,001$), est maximale (20 mg/100ml environ) tout de suite après le sevrage et diminue ensuite de la semaine + 2 à la semaine + 7 après le sevrage (8 à 16 mg/100 ml environ). Le taux azoté de la ration des génisses, élevé avant le sevrage (235 g MAT/kg MS), chute brutalement (15 à 40 g/kg MS selon l'âge des veaux et le niveau azoté de l'aliment concentré) à chaque limitation de l'apport d'aliment d'allaitement puis lentement (5 g/ kg MS par semaine) lorsque l'aliment concentré est limité et que la part du fourrage dans la ration augmente.

L'urémie plasmatique des génisses augmente ($P < 0,001$) avec le niveau azoté des aliments concentrés dès le début de la période de sevrage avant la suppression totale de l'aliment d'allaitement. L'urémie a atteint des valeurs inférieures à 12 mg par 100 ml, en particulier dans l'essai II, avec des aliments concentrés déficitaires en azote fermentescible (6 à 8 g PDIN/ UFL). A ces urémies faibles correspondent des gains de poids vif significativement moindres des veaux, de sorte que cette valeur de 12 mg d'urée par 100 ml est à considérer comme un seuil minimum, inférieur à celui retenu pour les vaches laitières (17 à 22 mg/ 100 ml ; JOURNET *et al.*, 1983).

Conclusion

Les apports de PDI pour le gain de poids vif le plus élevé ont représenté 86 à 97 p.100 (93 p.100 en moyenne) de la recommandation pour les génisses et 94 p.100 pour les mâles entre le sevrage et 3 mois (90 à 110 kg de poids vif) avec certaines rations déficitaires en azote fermentescible et sans mettre systématiquement en évidence un optimum de croissance. Entre 3 et 5 mois, les apports de PDI pour le gain de poids vif le plus élevé ont représenté 112 et 88 p.100 de la recommandation respectivement pour les génisses et les mâles. Les apports recommandés pour les

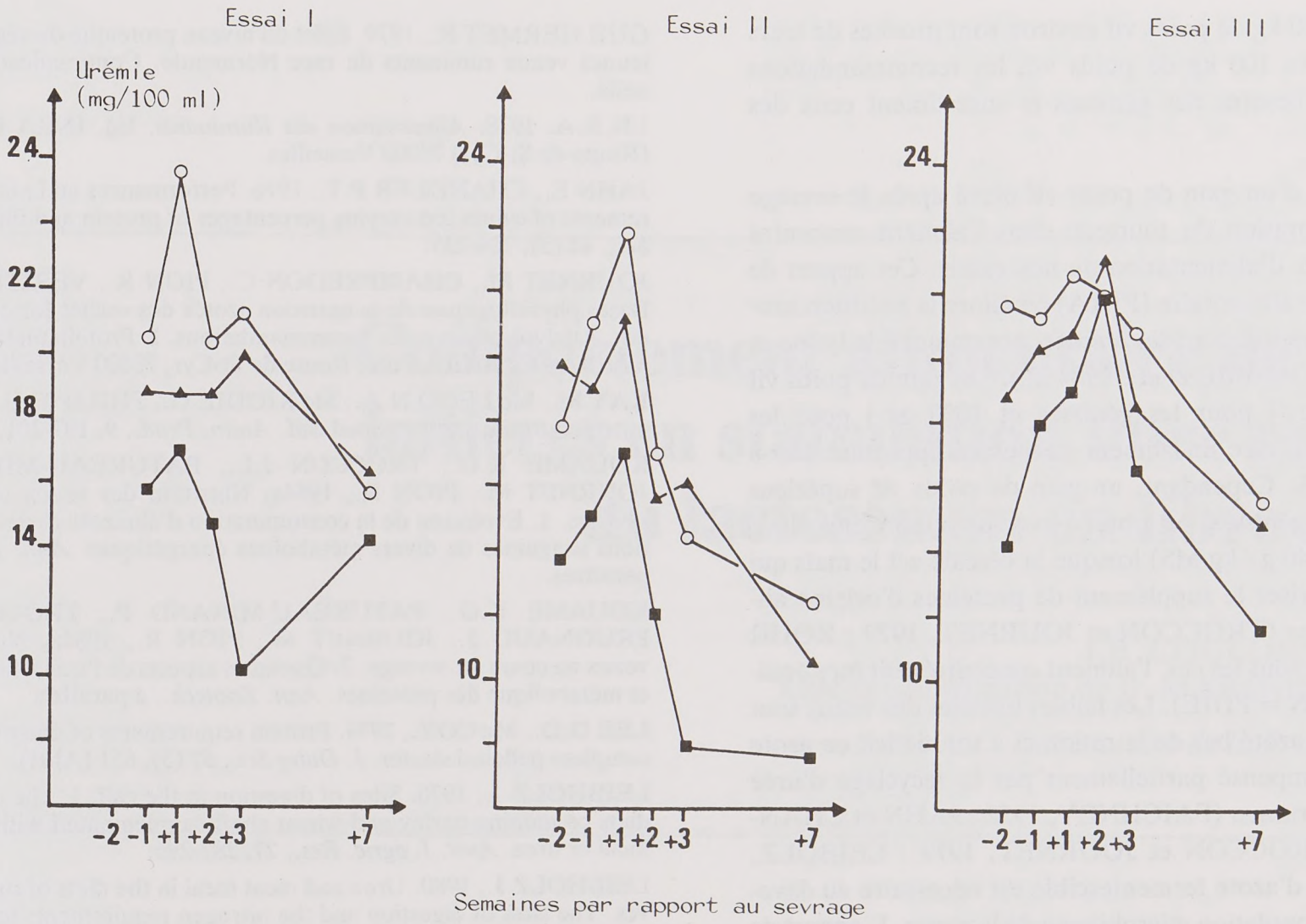


FIG. 1 - *Influence du niveau azoté de l'aliment concentré bas (■), moyen (▲), haut (○) et de l'âge sur l'urémie plasmatique des génisses (mg par 100 ml)*

TABLEAU 3

Comparaison des apports de PDI aux recommandations pour des veaux sevrés (INRA, 1978 ; tableaux 10.20, 10.21, 11.18)

Essai	Poids vif (kg)	Gain de poids vif (g/j)	Apport PDI (g/j) (1)	Recommandation PDI (g/j) (2)	$\frac{(1) \times 100}{(2)}$
I	90	743	208	-	74
	90	772	242	-	86
(génisses)	90	810	259	282	92
II	88	735	223	-	78
	88	751	248	-	88
génisses)	91	832	278	287	97
III	94	783	218	-	72
	94	798	253	-	83
(génisses)	97	879	291	303	96
IV a	94	671	212	-	74
	100	782	247	286	86
(génisses)	95	706	267	-	93
IV b	110	989	320	-	86
	112	1091	349	372	94
(mâles)	109	1050	384	-	103
IV a	125	621	268	-	92
	134	663	305	-	105
(génisses)	130	705	326	290	112
IV b	164	1199	450	510	88
	167	1140	487	-	95
(mâles)	164	1160	534	-	105

veaux sevrés de 100 kg de poids vif environ sont proches de leurs besoins, mais après 100 kg de poids vif, les recommandations sous-estiment les besoins des génisses et surestiment ceux des mâles (tabl. 3).

La recherche d'un gain de poids vif élevé après le sevrage nécessite l'incorporation de tourteau dans l'aliment concentré dans les conditions d'alimentation de nos essais. Cet apport de protéines d'origine alimentaire (PDIA) améliore la nutrition azotée du veau par l'apport d'acides aminés, notamment de lysine et de méthionine (KOUAME *et al.*, 1984 ab). Un gain de poids vif satisfaisant (750 g/j pour les génisses et 1000 g/j pour les mâles), est obtenu avec un aliment concentré apportant 110 à 120 g PDI/kg MS. Cependant, un gain de poids vif supérieur (900 g/j pour les génisses) est obtenu avec un apport plus élevé de PDI (jusqu'à 140 g/kg MS) lorsque la céréale est le maïs qui paraît mieux valoriser le supplément de protéines d'origine alimentaire que l'orge (TROCCON et JOURNET, 1979 ; ROHR *et al.*, 1983). Dans tous les cas, l'aliment concentré doit être équilibré en PDI (PDIN = PDIE). Les faibles urémies des veaux sont à relier au niveau azoté bas de la ration et à son déficit en azote fermentescible compensé partiellement par le recyclage d'urée endogène dans le rumen (FAICHNEY, 1972 ; JAHN et CHANDLER, 1976 ; TROCCON et JOURNET, 1979 ; LEIBOLZ, 1980). Cet apport d'azote fermentescible est nécessaire au développement de la population microbienne de la panse. L'apport de PDIN peut-être supérieur à l'apport de PDIE pour tenir compte de l'ensemble de la ration lorsque le fourrage est du foin ou de l'ensilage de maïs non additionné d'urée. En revanche, les urémies élevées après le sevrage indiquent une sous-utilisation passagère de l'urée, s'améliorant avec le fonctionnement de la panse (KAY *et al.*, 1967 ; NAYLOR et LEIBHOLZ, 1970 ; LEIBHOLZ, 1976).

Références bibliographiques

BROWN L.D., JACOBSON D.R., EVERETT J.P., SEATH D.M., RUST J.N., 1960. Urea utilization by young dairy calves as affected by chlortetracycline supplementation. *J. Dairy Sci.*, **43,** 1313-1321.

BROWN L.D., LASSITER C.A., 1962. Protein-Energy ratios for dairy calves. *J. anim. Sci.*, **45,** 1353-1356.

BROWN L.D., LASSITER C.A., EVERETT J.P., RUST J.W., 1956. The utilization of urea nitrogen by young calves. *J. anim. Sci.*, **15,** (4), 1125-1132.

CLOUGH E.M., SCHWAB C.G., 1977. Comparison of barley and corn protein in calf starter rations. *J. Dairy Sci.* (Abst).

DANIELS L.B., FLYNN C., 1976. Optimum protein level in calf starter rations. *Arkansas. Farm Res.*, **3,** 15.

FAICHNEY G.J., LLOYD DAVIES H., 1972. The effect of formaldehyde treatment of peanut meal in concentrate diets on the performance of calves. *Aust. J. agric. Res.*, **23,** 167-175.

FAICHNEY G.J., LLOYD DAVIES H., 1973. The performance of calves given concentrate diets treated with formaldehyde. *Aust. J. agric. Res.*, **24,** 613-621.

GARDNER R.W., 1968. Digestible protein requirement of calves fed high energy rations *ad libitum*. *J. Dairy Sci.*, **51** (6), 888-897.

GROENWALD I.B., ELLIOT R.C., JOHNSON P.T.C., 1975. Nitrogen intake and utilization by dairy calves. Growth and food intake of calves offered diets containing different amounts of nitrogen. *Rhod. J. agric. Res.*, **13,** 103-112.

GUILHERMET R., 1979. Effet du niveau protéique du régime sur des jeunes veaux ruminants de race Normande. Communication personnelle.

I.N.R.A. 1978. *Alimentation des Ruminants,* Ed. INRA Publications (Route de St-Cyr) 78000 Versailles.

JAHN E., CHANDLER P.T., 1976. Performances and nutrient requirements of calves fed varying percentages of protein and fiber. *J. anim. Sci.*, **42** (3), 724-735.

JOURNET M., CHAMPREDON C., PION R., VERITE R., 1983. Bases physiologiques de la nutrition azotée des vaches fortes productrices. Analyse critique des recommandations. I. Protein metabolism and nutrition. Ed. INRA Publ. Route de St-Cyr, 78000 Versailles, 433-447.

KAY M., Mc LEOD N.A., Mc KIDDIE G., PHILIP E.B., 1967. The nutrition of the early-weaned calf. *Anim. Prod.*, **9,** 197-201.

KOUAME K.G., TROCCON J.L., PATUREAU-MIRAND P., JOURNET M., PION R., 1984a. Nutrition des veaux au cours du sevrage. 1. Evolution de la consommation d'aliments et des concentrations sanguines de divers métabolites énergétiques. *Ann. Zootech.* (à paraître).

KOUAME K.G., PATUREAU-MIRAND P., TROCCON J.L., PRUGNAUD J., JOURNET M., PION R., 1984a. Nutrition des veaux au cours du sevrage. 2. Quelques aspects de l'utilisation digestive et métabolique des protéines. *Ann. Zootech.*, à paraître.

LEE D.D., Mc COY., 1974. Protein requirements of dairy calves fed a complete pelleted starter. *J. Dairy Sci.*, **57** (5), 651 (Abst).

LEIBHOLZ J., 1976. Sites of digestion in the calf. I. The digestion of diets containing barley and wheat chaff supplemented with soya bean meal or urea. *Aust. J. agric. Res.*, **27,** 287-296.

LEIBHOLZ J., 1980. Urea and meat meal in the diets of ruminant calves. The sites of digestion and the nitrogen requirements for microbial protein synthesis. *Aust. J. agric. Res.*, **31,** 163-177.

NAYLOR R.W. LEIBHOLZ J., 1970. The effect of dietary urea on growth and plasma urea levels in calves. *Proc. aust. Soc. anim. Prod.*, **8,** 16-21.

NEVILLE W.E., HELLWIG R.E., RITTER R.I., Mc CORMICK W.L., 1977. « Effect of diet protein level on weight gains of early weaned beef calves ». *J. anim. Sci.*, **44** (4), 687-693.

SCHURMAN E.W., KESLER E.M., 1974. Protein-to-Energy ratios in complete feeds for calves at ages 8 to 18 weeks. *J. Dairy Sci.*, **57,** (11), 1381-1384.

STOBO I.J.F., ROY J.H.B., GASTON H.J., 1967 a. The protein requirement of the ruminant calf. I. The effect of protein content of the concentrate mixture on the performance of calves weaned at an early age. *Anim. Prod.*, **9,** 7-21.

STOBO I.J.F., ROY J.H.B., GASTON H.J., 1967b. The protein requirement of the ruminant calf. II. Further studies on the effect of protein content of the concentrate mixture on the performance of calves weaned at an early age. *Anim. Prod.*, **9,** 23-33.

STOBO I.J.F., ROY J.H.B., GASTON H.J., 1967c. The protein requirement of the ruminant calf. III. The ability of the calf weaned at five weeks of age to utilize urea given as a supplement to a low-protein concentrate. *Anim. Prod.*, **9,** 155-165.

THOMAS J.N., TINNIMIT P., 1976. Amounts and sources of protein for dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **59,** 1967-1984.

TRAUB D.A., KESLER E.M., 1971. Effect of dietary protein-energy ratios on digestion and growth of Holstein calves at ages eight weeks to eighteen weeks and of free amino acids in blood. *J. Dairy Sci.*, **55** (3), 348-352.

TROCCON J.L., JOURNET M., 1979. Influence de l'apport d'aliments tannés de bonne qualité sur les performances des veaux femelles d'élevage de la naissance à 3 mois. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **38,** 19-24.

TROCCON J.L., PARRASSIN P.R., 1980. Influence du tannage du tourteau d'arachide sur les performances des veaux d'élevage de race Montbéliarde de la naissance à 3 mois. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **51,** 53-56.

TROCCON J.L., PARRASSIN P.R., BONY, 1983. Lait de remplacement rationné ou à volonté pour veaux d'élevage. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **51,** 53-56.

VERITE R., SAUVANT D., 1981.Prévision de la valeur nutritive azotée des aliments concentrés pour les ruminants. In : *Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants.* Ed. INRA Publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles, 279-296.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 15-19

Comportement alimentaire de vaches laitières en stabulation libre recevant du lactosérum en libre service

J.B. COULON, B. REMOND
avec la collaboration de B. MARQUIS et R. PAPIN
Laboratoire de la Production laitière

L'utilisation du lactosérum dans l'alimentation des ruminants constitue une possibilité intéressante de valorisation de ce sous-produit polluant mais dont la matière sèche est de haute valeur nutritive puisqu'elle est essentiellement constituée de lactose (70 p.100) et de protéines.

Les essais réalisés à l'étranger (SCHINGOETHE *et al.*, 1976) et en France, notamment par l'INRA (THIVEND, 1977 ; REMOND *et al.*, 1978 ; COULON *et al.*, 1979) et par l'I.T.E.B. (MOREL d'ARLEUX, 1982 ; MOREL d'ARLEUX et GIRARD, 1984) depuis quelques années, ont montré la possibilité d'une utilisation de lactosérum en grande quantité par les vaches laitières (40 à 80 l/j en moyenne) et mis en évidence les effets favorables de sa substitution à un aliment concentré à base de céréales sur le taux de matières grasses du lait, en liaison avec les modifications de la composition des produits terminaux de la digestion (REMOND et COULON, 1984). Ils ont d'autre part permis de préciser certaines précautions d'utilisation concernant la composition de la ration, les taux de lactosérum à y incorporer et la durée de la période d'adaptation, afin d'éviter l'apparition de troubles sanitaires spécifiques liés à la fermentescibilité très élevée de ce produit.

Pour compléter ces résultats, et dans la perspective d'une distribution du lactosérum en libre service, cas le plus fréquent dans la pratique, nous avons voulu préciser le comportement alimentaire de vaches laitières vis-à-vis d'un lactosérum doux apporté en complément d'une ration d'ensilage de maïs offert à volonté.

Conditions expérimentales

Deux séries d'observations visuelles du comportement alimentaire de vaches primipares de type Pie Noir, conduites en stabulation libre et recevant du lactosérum liquide, ont été réalisées 2 années consécutivement (essais I et II). Les principales conditions expérimentales sont précisées dans le tableau 1.

Trois jours dont 2 consécutifs (essai I) et 2 jours consécutifs par période (essai II), les animaux présents à l'auge ont été notés, toutes les 5 mn, ainsi que leurs prises de lactosérum et d'eau (essai II seulement). Les observations ont eu lieu entre 8 et 20 heures. Les jours d'observation, le foin a été distribué au début de la période d'observation et le mélange ensilage-concentré 1 heure après environ. Ces mêmes jours les traites ont eu lieu entre 6 h et 7 h 30 et 15 h 50 et 17 h. Dans les deux essais, les animaux avaient accès à l'auge dès la fin de leur traite.

Dans l'exploitation des observations du comportement alimentaire, une prise de lactosérum ou d'eau a correspondu à un passage au bac à lactosérum ou à l'abreuvoir automatique, sauf lorsque l'écart entre deux passages successifs était inférieur ou égal à 5 mn (dans ce dernier cas, ils ne constituaient qu'une seule prise). Nous avons défini le repas comme une suite, interrompue ou non (par des prises d'aliments liquides, des temps de repos ou de déplacement), de passages à l'auge dont la durée totale devait être supérieure à 20 mn, les écarts entre deux prises d'aliment quelconque (fourrage ou aliment liquide) ne devant pas dépasser 20 mn.

Le lactosérum utilisé dans les deux essais provenait de la fabrication du fromage du type Bleu d'Auvergne. Son pH moyen à l'arrivée de la fromagerie était de 6,2 et sa teneur en matière sèche (M.S.) a été en moyenne de 5,84 p.100 dans l'essai I et de 5,65 p.100 dans l'essai II. Il était distribué dans des bacs en matière plastique, 1 ou 2 fois par jour. Les refus étaient retirés tous les 3 jours environ.

Bien que le lactosérum ait été distribué en quantité limitée pendant les périodes 2 et 3 de l'essai II, il a cependant pratique-

TABLEAU 1

Principales conditions expérimentales

ESSAI	I	II
Durée	6 semaines	3 périodes successives de 5 semaines
ANIMAUX	33 primipares dont 26 ayant vêlé à 2 ans et 7 à 3 ans, en 5ème mois de lactation en moyenne au début de l'essai.	19 primipares ayant vêlé à 2 ans (lot 1) et 11 ayant vêlé à 3 ans (lot 2), en 4ème semaine de lactation en moyenne au début de l'essai.
- Poids moyen (kg) en début d'essai	519	480 (lot 1) et 570 (lot 2)
- Production moyenne pendant l'essai	18,3 kg/j de lait à 40,7 g p.1000 de matières grasses et 34,9 g p.1000 de matières azotées.	Respectivement 19,6 et 24,4 kg/j de lait à 41,5 et 41,8 g p.1000 de matières grasses et 31,9 et 30,8 p.1000 de protéines.
ALIMENTATION		
- Fourrages	Ensilage de maïs à volonté (27-30 p.100 de MS) + 1 kg/j de foin	
- Aliments concentrés	1,2 kg de tourteau tanné de soja-colza mélangés à l'ensilage de maïs.	1,5 kg (période 1) ou 1 kg (périodes 2 et 3) de tourteau tanné de soja-colza + 2 kg d'aliment concentré énergétique (1) mélangés à l'ensilage de maïs.
	en salle de traite : 1 kg de concentré énergétique (2) par 2,5 kg de lait au-dessus de 20 kg (3).	en salle de traite : 1 kg de concentré énergétique par 2,5 kg de lait au-dessus de 17 (lot 1) ou 22 kg (lot 2) (3).
	Dans les 2 essais, de l'azote non protéique a été apporté aux animaux, soit sous forme d'urée (100 g/j), soit par l'intermédiaire d'un aliment liquide mélangé à la ration ou fourni par l'intermédiaire d'un alimentateur à roue.	
- Lactosérum	substitué à l'aliment concentré sur la base de l'énergie	
	A volonté	A volonté en période 1 ; 40 l/j en périodes 2 et 3.
MESURES	Quantités ingérées : 5 jours par semaine ; production laitière : tous les jours ; composition du lait : 4 jours par semaine ; poids vif : une fois par semaine ; comportement alimentaire : voir texte.	

(1) composition : 30 p.100 de pulpes sèches ; 40 p.100 de céréales ; 22,5 p.100 de tourteau de soja ; 5 p.100 de mélasse ; 2,5 p.100 de minéraux (1,1 UFL et 125 g PDI/kg MS).

(2) composition : 40 p.100 de maïs ; 15 p.100 de blé ; 14 p.100 d'orge ; 23 p.100 de tourteau de soja ; 5 p.100 de mélasse ; 3 p.100 de minéraux (1,15 UFL et 130 g PDI/kg MS).

(3) production de lait 4 p.100 permise par le foin et le mélange ensilage de maïs-concentrés distribués à l'auge et le lactosérum, en estimant la consommation à 40 l/j.

ment toujours été disponible à volonté au cours des 12 h d'observation diurne et nous n'avons pas observé de différence de comportement liée aux quantités offertes ; nous n'avons donc pas fait de distinction entre les deux types de distribution.

Résultats

En moyenne, dans l'essai I, les animaux ont ingéré 15,3 kg de M.S. dont 9,1 kg d'ensilage de maïs et 2,7 kg de lactosérum (soit 18 p.100 de la M.S. totale).

Dans l'essai II, les quantités ingérées totales ont augmenté au cours des 3 périodes. Elles sont passées de 14 kg de M.S. en période 1 à 15,4 en période 3 pour le lot 1 et de 15,9 kg de M.S. en période 1 à 17,5 en période 3 pour le lot 2. L'ensilage de maïs a représenté en moyenne 52 p.100 de la M.S. totale et le lactosérum de 17 à 14 p.100 selon qu'il était ou non offert à volonté.

Dans ces deux essais, les problèmes sanitaires imputables au lactosérum ont été réduits à quelques diarrhées passagères.

L'ingestion du lactosérum est fractionnée au cours de la journée et simultanée à celle du fourrage.

En moyenne, les animaux ont fait 4,8 prises de lactosérum pendant la période d'observation (tabl. 2) ; les quantités bues à chaque passage ont donc été peu importantes : 6,6 litres en moyenne soit environ 400 g de M.S. Ces prises sont réparties sur l'ensemble de la journée (fig. 1 et 2) mais semblent plus nombreuses après la traite du soir (1/3 des passages ont lieu entre 16 et 19 h), peut-être parce que les animaux ingèrent généralement plus d'eau à cette période (CASTLE et THOMAS, 1975) ; il est cependant possible que les quantités de lactosérum bues n'aient pas augmenté d'autant car, d'après nos observations, les prises étaient alors de plus courte durée. La majorité de ces prises (80 p.100) a eu lieu au cours d'un des 4 repas de fourrage (fig. 2) regroupant 90 p.100 du temps total passé à l'auge durant la période d'observation, soit en moyenne pour les deux essais, 164 minutes (tabl. 2). Ce temps a peu varié d'un jour à l'autre au cours d'une même période. Dans l'essai II, il a augmenté d'une période à l'autre, parallèlement à l'augmentation des quantités ingérées. L'ingestion de fourrage a été répartie sur toute la période d'observation mais semble plus importante en début de journée, juste après la distribution des aliments (26 p.100 du temps total passé à l'auge est compris entre 8 et 10 h) et peut-être aussi juste après la traite du soir (dans l'essai II, 20 p.100 du temps total passé à l'auge est compris entre 18 et 20 h).

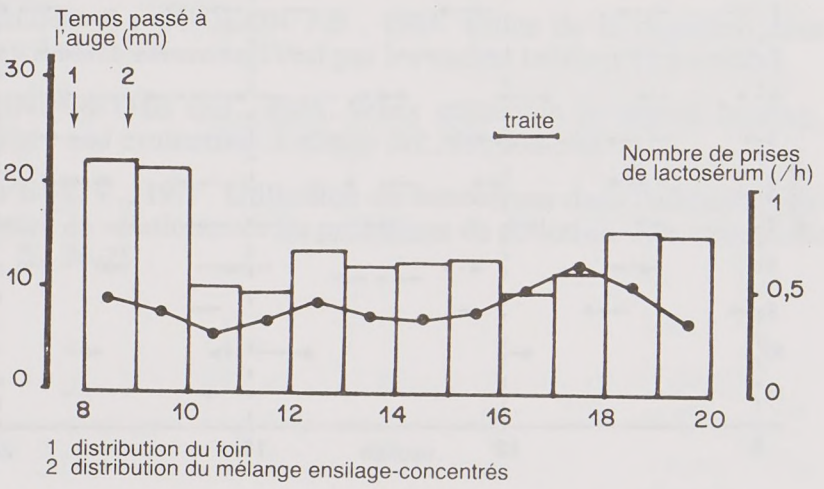


FIG. 1 : *Evolution journalière du temps passé à l'auge (⌐¬) et du nombre de prises de lactosérum (●) (Moyenne des 2 essais ; 9 jours d'observations)*

TABLEAU 2

Comportement alimentaire : résultats généraux

LOT	ESSAI I	ESSAI II PERIODE 1		PERIODE 2		PERIODE 3	
		1	2	1	2	1	2
Comportement alimentaire (1)							
. Lactosérum : nombre de prises	4,4 ± 1,5(4)	5,5 ± 2,5	4,7 ± 2,8	5,1 ± 1,8	5,1 ± 1,6	5,0 ± 2,5	5,2 ± 1,5
. Fourrages							
- Durée d'ingestion (mn) (2)	164 ± 38	146 ± 35	137 ± 41	156 ± 29	155 ± 33	199 ± 49	179 ± 42
- Nombre de repas (2)	3,7	3,7	3,9	4,4	4,4	4,1	4,1
- Durée unitaire d'ingestion du mélange ensilage-concentré (mn/kg MS)		16,1	14,2	16,9	16,1	18,2	15,1
Quantités ingérées							
. Lactosérum (l/j)	53(5)	47	47	40	40	40	40
dont pendant la période d'observation (1)	32(5)	33	33	35	38	31	40
. Fourrages(2) (kg MS/j)		9,1	10,7	11,8	13,2	13,0	14,3
dont pendant la période d'observation (1)		7,0	8,4	8,7	9,0	9,6	10,2
. Eau (l/kg MS)		4,6	5,1	4,1	4,3	4,3	4,2

(1) Ces résultats concernent les 12 heures d'observations diurnes du comportement.

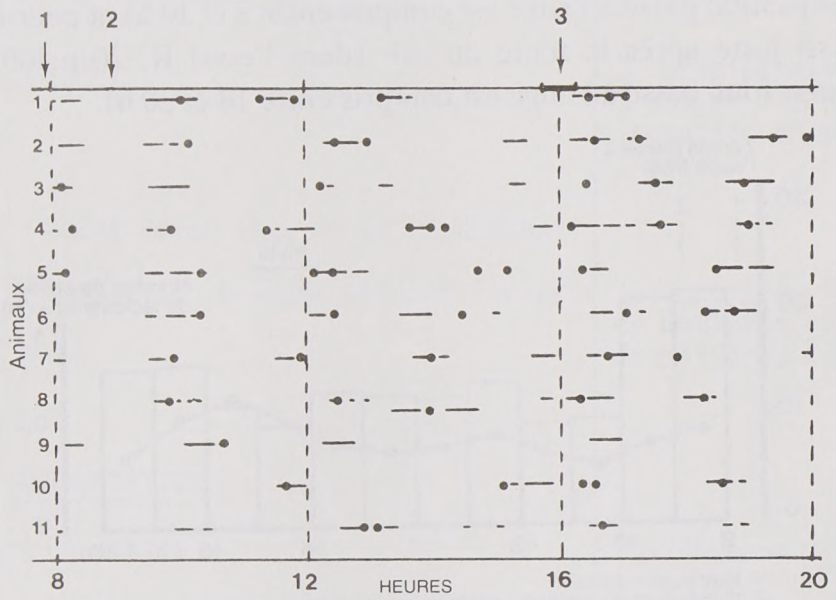
(2) Foin + mélange ensilage de maïs-concentrés

(4) Moyenne des écarts-types interindividuels journaliers

(5) un jour seulement

Le nombre de prises de lactosérum présente des différences individuelles importantes (fig. 2 et 3).

Le nombre de prises de lactosérum a varié de façon importante et significative ($P < 0,01$) entre les animaux ; il a été compris entre 2 et 8 (moyenne par animal) et le coefficient de variation individuelle a été de 38 p.100 en moyenne (17 à 60 p.100 suivant les jours et les lots). Ces variations ne traduisent qu'en partie des différences de quantités ingérées car nous avons observé, sans pouvoir le mesurer, que certains animaux passaient plus de temps que d'autres à chaque prise. Le jour ou la période n'ont pas eu d'influence significative sur le nombre de passages de chaque animal, quel que soit l'essai ou le lot.



1 distribution du foin
2 distribution du mélange ensilage-concentrés
3 traite

FIG. 2 : *Exemple de répartition au cours de la journée de la consommation du mélange ensilage de maïs + concentrés (——) et des prises de lactosérum (●) (Lot 2, essai II, période 2).*

Dans l'essai II, le nombre de prises de lactosérum a été semblable chez les animaux des deux lots, mais les animaux les plus âgés (lot 2) ont ingéré plus de lactosérum à chaque prise que les plus jeunes (lot 1) : 7,7 l contre 6,3 l. Les animaux les plus âgés ont aussi présenté une durée unitaire d'ingestion du mélange ensilage de maïs - concentré inférieure : 15,1 mn / kg MS pour le lot 2 contre 17,1 pour le lot 1 (tabl. 2).

L'ingestion de lactosérum a entraîné une forte diminution des quantités d'eau bue.

Dans l'essai II, l'ingestion de lactosérum s'est accompagnée d'une faible consommation d'eau de boisson (9,7 l par vache et par jour en moyenne). Le nombre de prises d'eau a varié de 0 à 20 d'un animal à l'autre ; nous avons observé une liaison inverse et significative ($r = - 0,59$; $P < 0,01$) entre le nombre moyen par vache de prises de lactosérum et le nombre moyen de passages aux abreuvoirs automatiques chez les animaux du lot 1, mais pas chez ceux du lot 2. Les quantités totales d'eau ingérées en moyenne (eau du lactosérum + eau de l'ensilage + eau bue) par kg de M.S. ingéré ont été comprises entre 4,2 et 5,1 l / kg M.S. (tabl. 2), soit des valeurs tout à fait normales (HODEN, 1977).

Chez les animaux du lot 2 de l'essai I ayant plus de 5 semaines de lactation au début de l'essai ($n = 7$), l'accroissement du nombre de prises de lactosérum d'un animal à l'autre a entraîné une augmentation sensible du taux butyreux (de 1,3 point par passage ; $P < 0,05$) et une très légère diminution de la persistance mensuelle de production après la 9ème semaine de lactation (de 0,01 point par passage ; $P < 0,05$). Ces relations confirment les observations faites par REMOND *et al.* (1978) ; nous ne les avons cependant pas retrouvées chez les animaux du lot 1.

Conclusion

Ces essais, dans lesquels le lactosérum se substituait à l'énergie de l'aliment concentré, ont montré que le comportement alimentaire des animaux vis-à-vis du lactosérum était très lié à leur consommation de fourrage : les prises de lactosérum, bien que plus nombreuses après la traite du soir, restent réparties sur toute la journée et se font pratiquement toujours au cours d'un repas de fourrage. Ceci constitue donc un apport fractionné d'énergie rapidement disponible pour les microorganismes du rumen, ce qui permet une digestion des aliments sans risque de perturbations des fermentations et favorise l'utilisation de l'urée (EHOUINSOU, 1976 ; PONCET et RAYSSIGUIER, 1979).

La limitation des quantités de lactosérum offertes, à un niveau proche il est vrai de celui des consommations à volonté, n'a d'autre part pas entraîné de modifications importantes du comportement des animaux, telle qu'une consommation rapide et élevée juste après la distribution du produit, susceptible de provoquer des troubles digestifs.

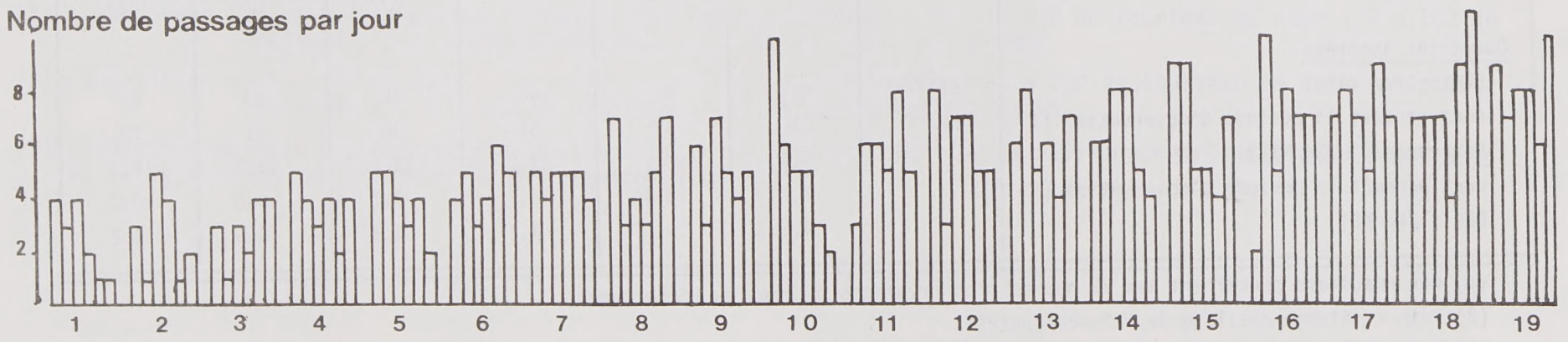


FIG. 3 : *Variations individuelles et journalières du nombre de passages au bac à lactosérum* (Exemple du lot 1 ($n = 19$) dans l'essai II ; chaque barre représente un jour).

Nous avons cependant observé que si les animaux consommaient tous du lactosérum, les variations individuelles de leur nombre de prises étaient importantes. Ces variations traduisent certainement des différences de quantités ingérées mais celles-ci doivent être moins marquées ; en effet, alors que nous avions calculé les quantités de concentré à distribuer en nous basant sur une consommation moyenne de 40 litres / vache (2,5 UFL), nous n'avons observé aucune chute individuelle importante de persistance laitière qui aurait pu résulter d'une faible consommation de lactosérum et donc d'une sous-alimentation énergétique. Il est aussi possible que les animaux qui ont fait moins de prises de lactosérum pendant la période d'observation (8 h - 20 h) en aient fait davantage pendant le reste de la journée, ou qu'ils aient consommé un peu plus d'ensilage.

Enfin, ces essais ont confirmé l'absence de problèmes sanitaires importants et le maintien d'une production laitière élevée d'un lait riche en matières grasses chez des animaux recevant environ 15 p.100 de leur M.S. totale sous forme de lactosérum.

Références bibliographiques

COULON J.B., REMOND B., JOURNET M., 1979. Pouvoirs d'encombrement comparés d'un lactosérum liquide et d'un aliment concentré énergétique. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix, INRA,* **36,** 9-13.

EHOUINSOU M., 1976. *Etude de la digestion du lactose chez le mouton.* Thèse de docteur ingénieur. Laboratoire de la Digestion, INRA, Theix.

HODEN A., 1977. L'abreuvement des vaches laitières. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix, INRA,* **28,** 9-15.

MOREL D'ARLEUX F., 1982. Le lactosérum : un aliment pour les vaches laitières. *Elev. Bov.,* **121,** 47-54.

MOREL D'ARLEUX F., GIRARD P., 1984. Le point sur le lactosérum, aliment des bovins. ITEB, 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12.

PONCET C., RAYSSIGUIER Y., 1980. Effect of lactose supplement of luzerne hay by sheep. I. Sites of organic matter and nitrogen digestion. *J. anim. Sci.,* **51,** 180-185.

REMOND B., MARQUIS B., HODEN A., JOURNET M., 1978. Utilisation du lactosérum par les vaches laitières. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix, INRA,* **33,** 53-59.

REMOND B., COULON J.B., 1984. Etude de la digestion dans le rumen du lactosérum en l'état par les vaches laitières (à paraître).

SCHINGOETHE D.J., 1976. Whey utilization in animal feeding : a summary and evaluation. *J. Dairy Sci.,* **59,** 566-570.

THIVEND P., 1977. Utilisation du lactosérum dans l'alimentation du ruminant en relation avec les problèmes de pollution. *Rev. mond. Zootech.,* **23,** 20-25.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 21-30

Intérêt du monopropylène glycol dans la prévention et dans le traitement des cétoses chez les vaches laitières (1)

B. REMOND*, C. REMESY**, P. RUFFIO*(2), Y. CHILLIARD*

* *Laboratoire de la Lactation*
** *Laboratoire des Maladies métaboliques*
C.R.Z.V. de Theix 63122 Ceyrat

Le glucose est indispensable à l'entretien et aux productions des Ruminants, tout particulièrement à la sécrétion de lait, car il est le précurseur presque exclusif du lactose (environ 50 g/litre de lait). Or l'une des caractéristiques nutritionnelles des ruminants est qu'ils absorbent peu de glucose, relativement à leurs besoins. Ainsi, SAUVANT et CHILLIARD (1980) estiment qu'une vache produisant 30 kg de lait a besoin de 2300 g/j de glucose (dont 1500 g servent de précurseurs dans la synthèse du lactose) et que, si son alimentation est satisfaisante, elle n'en absorbe que 600 g en moyenne. Les ruminants doivent donc synthétiser la majeure partie du glucose dont ils ont besoin ; ils le font dans le foie, à partir du propionate (essentiellement), des acides aminés, du lactate et du glycérol.

Cette synthèse, qui ne pose pas de problèmes métaboliques particuliers quand les besoins nutritionnels des animaux sont satisfaits, peut en revanche être la source de désordres pathologiques pendant les premières semaines de la lactation au cours desquelles le bilan nutritionnel (énergétique, azoté, minéral) des animaux est négatif. La simultanéité d'une difficulté plus grande à satisfaire les forts besoins en glucose d'une part, et d'une mobilisation importante de lipides corporels d'autre part peut entraîner un dérèglement du métabolisme appelé *cétose,* qui est caractérisé par une acétonémie élevée et une glycémie faible (COULON *et al.*, à paraître). Cette maladie se manifeste notamment par une chute de l'ingestion et de la production laitière (COULON *et al.*, 1984) et, parfois, par une odeur d'acétone dans l'haleine, l'urine et le lait des animaux.

(1) Pour la rédaction de cet article, nous avons utilisé le mémoire bibliographique non publié rédigé par P. RUFFIO, Elève-ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, au cours d'un stage au Laboratoire de la Lactation, à Theix.

(2) *Adresse actuelle* : I.N.R.A., Station d'Economie et de Sociologie rurales, 65, route de Saint-Brieuc 35042 Rennes Cedex.

Il existe de nombreuses mesures permettant de limiter l'incidence des cétoses, et de les traiter (FOX, 1971 ; SCHULTZ, 1974 ; REMESY *et al.*, 1984) et, parmi celles-ci, l'utilisation d'un dialcool à 3 atomes de carbone : le monopropylène glycol (MPG) ou propanediol.

Cet article a pour objet de rassembler les informations concernant d'une part les conséquences digestives et métaboliques de l'ingestion de MPG chez le Ruminant (1ère partie), et d'autre part l'effet du MPG dans la prévention et dans le traitement des cétoses chez les vaches laitières (2ème partie). Les principales caractéristiques physicochimiques du MPG ont été résumées en annexe.

I.- Digestion et métabolisme du monopropylène glycol

1. Aspects digestifs :

a) Disparition du MPG du tube digestif

Une fois ingéré, le MPG est relativement vite éliminé du rumen : sa demi-vie dans cet organe (période au bout de laquelle on n'en retrouve que la moitié) est d'environ 1,5 heure, même lorsque les animaux n'avaient pas été habitués à en ingérer (tabl. 1), et sa disparition du rumen est pratiquement complète au bout de 5 à 7 heures. Le MPG disparaît du rumen selon 3 voies : transformation dans le rumen ; absorption à travers la paroi ; passage dans les compartiments ultérieurs du tube digestif. En comparant le taux global d'élimination du MPG du rumen (42 p. 100 / heure), le taux de fermentation du MPG dans le rumen (18 à 20 p. 100/heure), et le flux de liquide à l'orifice réticulo-omasal (9 p. 100/heure) qu'il avait mesurés, GIESECKE (1974) arrive à la conclusion que 43 p. 100 du MPG sont transformés dans le rumen, 36 p. 100 sont absorbés à travers la paroi du rumen, et 22 p. 100 passent dans les compartiments digestifs inférieurs.

TABLEAU 1

Disparition du MPG du rumen, et dégradation in vitro *du MPG par du contenu de rumen*

Auteurs	Principales conditions expérimentales	MPG dans le rumen ou dans le milieu de fermentation	
		Demi-vie (h)	Durée totale (h)
ELIMINATION DU MPG DU RUMEN (Mesure avec animaux fistulés du rumen)			
EMERY et al.,1964	3 vaches - 900 g MPG	1	5
EMERY et al.,1967	1 vache - Régime : 7,7 kg foin luzerne + 12,5 kg concentré - 400 g MPG radioactif.	1,7	5
CLAPPERTON et CZERKAWSKI, 1972	2 moutons - Régime : Fourrage - 50 g de MPG à chacun des 2 repas - Animaux habitués au MPG.	1 à 2*	4
VOIGT et PIATKOWSKI,1973	2 vaches - Régime : 60 % foin - 40 % concentré - 500 g de MPG.	1*	7 à 9
GIRSCHEWSKI et al., 1977	Vaches habituées au MPG - 200 g MPG .	0,4 à 2,2*	4
DEGRADATION IN VITRO DU MPG			
Mesurée par la disparition du MPG fermenté avec du contenu de rumen de moutons ou de vaches			
	a/ Recevant différents régimes alimentaires		
GIESECKE et al., 1974	Foin	3,4	5 à 7
	Foin + concentré	4,7	
	Foin + concentré + MPG	3,7	
		Proportion (%) de MPG dégradée	
CZERKAWSKI et BRECKENRIDGE, 1974	Foin	22	après 4 h. de fermentation
	Herbe déshydratée agglomérée	41	
	Foin - concentré (70|30)	49	
	Foin - concentré (10|90)	68	
	Foin - pulpes mélassées (40|90)	100	
	b/ Habitués ou non au MPG		
GIESECKE et al.1974	Voir ci-dessus (a)		
EMERY et al., 1964	Animaux non habitués au MPG : . 6 essais	0	Après 18 à 24 h.de fermentation
	. 5 essais	14 à 35	
	Animaux habitués au MPG 2 essais	60 à 68	Après 3 h. de fermentation

* *Valeurs estimées par les auteurs de l'article d'après les données présentées dans les publications.*

Ces proportions semblent susceptibles de larges variations sous l'influence de différents facteurs dont certains ont été étudiés : 1°) *la nature de la ration :* CZERKAWSKI et BRECKENRIDGE (1973), contrairement à GIESECKE (1974), cependant, observent *in vitro* des variations considérables dans la proportion de MPG transformée en 4 heures, selon la nature du régime alimentaire des animaux donneurs de jus de rumen (cf. tabl.1); 2°) *l'accoutumance des microbes du rumen au MPG* : EMERY *et al.* (1964) observent *in vitro* des disparitions beaucoup plus élevées de MPG quand les animaux donneurs de jus de rumen étaient habitués à en recevoir que quand ils ne l'étaient pas. C'est peut-être ce qui explique pourquoi ces mêmes auteurs, après une étude avec une vache non habituée au MPG, concluent que la majorité du MPG est absorbée telle quelle, alors que pour GIRSCHEWSKI *et al.* (1977) qui expérimentaient avec des vaches habituées au MPG, la majorité est transformée en acide propionique avant absorption.

Quoi qu'il en soit, l'utilisation digestive du MPG dans l'ensemble du tube digestif est presque totale : EMERY *et al.* (1964) ne retrouvent dans les fèces + urine de vaches en bilan digestif qu'à peine 1 p. 100 de la quantité de MPG administrée. Ils confirment dans un essai ultérieur (EMERY *et al.*, 1967) cette haute utilisation digestive avec du MPG radioactif.

b) Modifications de la digestion consécutives à l'administration de MPG

L'administration de MPG, en mélange avec des aliments ou par infusion dans le rumen, entraîne systématiquement une

augmentation de la proportion relative de l'acide propionique au détriment de celle de l'acide acétique, celle de l'acide butyrique variant peu (cf. tabl. 2 ; WALDO et SCHULTZ, 1960), et une augmentation, au moins passagère, de la concentration de l'acide lactique (EMERY *et al.*, 1964 ; CLAPPERTON et CZERKAWSKI, 1972). La concentration des acides gras volatils totaux diminue légèrement le plus souvent, bien que l'amplitude, voire le sens, de la variation de cette concentration semble dépendre de la nature du régime alimentaire (GUNJI *et al.*, 1974). Le pH du liquide du rumen varie peu.

Les expérimentations conduites *in vitro* confirment que le propionate est le principal produit de la fermentation du MPG, qui entraîne également un accroissement temporaire de la concentration de l'acide lactique et de différents métabolites intermédiaires dans la production de l'acide propionique ; ces modifications de concentration ont suggéré à CZERKAWSKI et BRECKENRIDGE (1973) le schéma de fermentation du MPG de la figure 1.

L'effet de l'administration de MPG sur le coefficient d'utilisation digestive de la ration n'a fait l'objet que de très peu d'études. EMERY *et al.* (1964) notent une tendance à la diminution de la digestibilité de la matière sèche de la ration avec des doses croissantes de MPG ($r = -0,46$; $n = 28$), sans préciser l'amplitude de la diminution. Ce résultat est cohérent avec ceux de PRINS et SEEKLES (1968) qui observent que l'administration quotidienne de 500 g de MPG à des vaches diminue de 40 p.100 l'activité cellulolytique - mesurée *in vitro* - de leur jus de rumen. Cependant, avec des moutons en bilan digestif, CLAPPERTON et CZERKAWSKI (1972) n'ont noté aucun effet d'un apport pourtant élevé de MPG (100 g/jour, soit 11 p.100 de la ration) sur la digestibilité de la matière organique, de l'énergie, de la lignocellulose et de la lignine.

TABLEAU 2

Effet de l'administration de MPG sur la digestion dans le rumen

AUTEURS	Conditions expérimentales			Jus de rumen					
	Animaux	Alimentation	MPG distribué (g/j)	Acides gras volatils (moles %) C_2	C_3	C_4 et autres	Conc. (µM/ml)	acide lactique (µM/ml)	pH
EMERY et al. 1964 (1)	4 Vaches	Conc.-Foin- ens.maïs (1/2 - 1/4 - 1/4)	0	64,6	19,1	16,2	58,9	0,08	
		MPG distribué en 2 fois	2350	57,0	30,3	12,6	45,3	0,15	
CLAPPERTON et CZERKAWSKI, 1972 (2)	2 Moutons	Foin - MPG infusé à chacun des 2 repas.	0	72,1	19,6	8,5			Pas de diff.
			100	64,1	26,9	9,0	-10 %	x0 à4	
VOIGT et PIATKOWSKI, 1973 (3)	2 Vaches	Foin - Céréale (60/40)	0	71	16	13	Pas de diff.		
		MPG infusé en 1 fois	500	63	25	12			
GUNJI et al. 1974 (4)	2 ou 3 chèvres	Herbe fraiche	0	67	22	11	95		6,51
			0,8/kg $PV^{0,75}$	60	29	11	90		6,36
		Foin luz. + concentré	0	63	23	15	81		6,63
			0,8/kg $PV^{0,75}$	58	32	10	96		6,42
			1,2/kg $PV^{0,75}$	57	32	10	100		6,64
AROEIRA, 1983 (5)	Moutons	Lactosérum + Orge	0	64,4	16,4	19,1	88		
		MPG mélangé à la ration	50	62,5	19,7	17,9	72		
		Mélasse + orge	0	61,2	19,7	19,2	71		
		MPG mélangé à la ration	50	59,4	26,3	14,2	60		
				C_2/C_3					
GIESECKE et DIRKSEN,1971	3 vaches	Satisfaction besoins	0	4,0			104		
		6 kg foin + 4 kg conc.+	150	3,2			94		
		3 kg pulpes mélassées	350 à 500	2,8			94		
		Sous-alimentation	0	Pas de différence					
			3 x 500						
		Jeûne	0	5,7					
			300	1,7					

Moyenne de 3 prélèvements (1), 8 prélèvements (2), 6 prélèvements (3), 3 prélèvements (herbe verte) ou 6 prélèvements (f. de luz. + conc.) (4), 4 prélèvements (5), au cours de la journée.

Abréviations : *C_2 = acide acétique ; C_3 = acide propionique ; C_4 = acide butyrique; PV = Poids vif.*

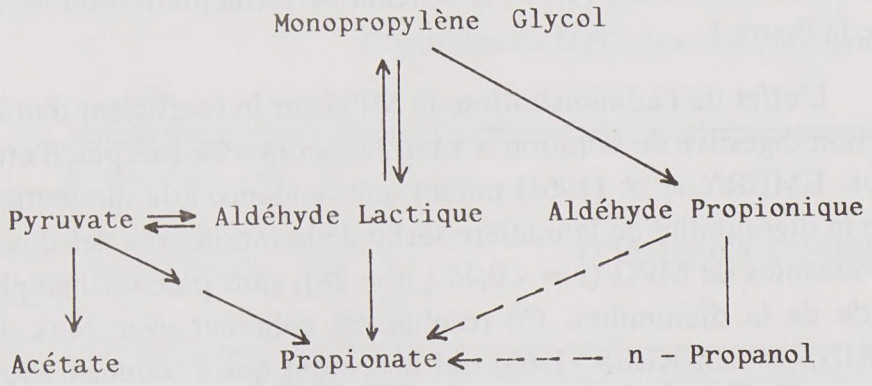


FIG. 1 : *Métabolisme du MPG dans le rumen*
(d'après CZERKAWSKI et BRECKENRIDGE, 1973)
(Les réactions portées en pointillés n'ont pas été prouvées).

2. Aspects métaboliques

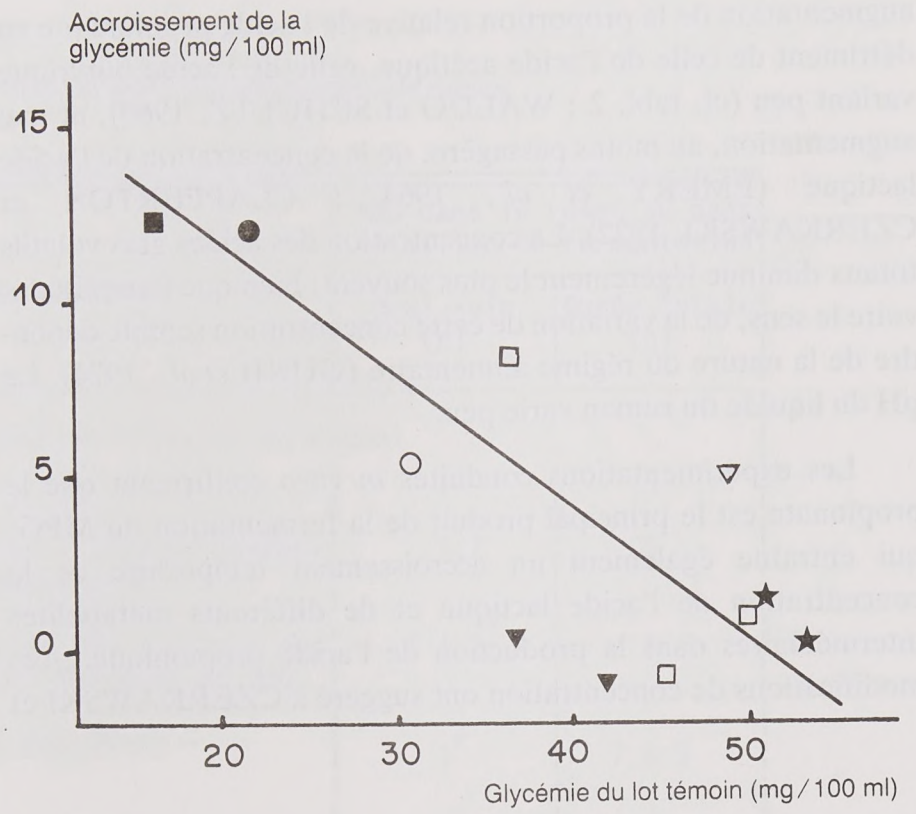
a) Apparition du MPG dans le sang et le lait

Le MPG apparaît dans le sang périphérique dès la première demi-heure qui suit son administration dans le rumen quand elle est faite en une fois (EMERY *et al.*, 1964 et 1967). Sa concentration évolue de façon très différente d'un essai à l'autre, et elle peut atteindre des valeurs élevées (jusqu'à 60 mg par 100 ml de sang 2 à 3 heures plus tard) chez des vaches qui n'avaient pas été accoutumées à recevoir du MPG (EMERY *et al.*, 1965 ; VOIGT et PIATKOWSKI, 1973). Des teneurs beaucoup plus faibles (4 à 5 mg / 100 ml de sérum sanguin) ont été mesurées par EMERY *et al.* (1964) chez des animaux qui recevaient depuis plusieurs jours du MPG en mélange avec leur ration, même quand des quantités importantes (2 kg par jour) étaient apportées.

Dans le lait, les teneurs en MPG sont restées faibles (inférieures à 10 mg / 100 ml) dans les essais conduits par EMERY *et al.* (1964 et 1967) même lorsque les concentrations sanguines pendant la période de synthèse du lait étaient plusieurs fois plus élevées (EMERY *et al.*, 1967).

b) Conséquences métaboliques de l'ingestion de MPG

Effet glucogénique. Il a été bien montré chez le monogastrique, notamment chez le rat (cf. Revue de MILLER, 1969). Chez la vache cet effet a été mis en évidence au moins dès 1954 par MILLS et par JOHNSON. Il a été largement confirmé depuis et il apparaît d'autant plus fort que la glycémie des animaux auxquels il est administré est plus faible (fig. 2). Ainsi, dans les essais de thérapeutique menés avec des vaches cétosiques, la distribution de MPG a toujours entraîné un accroissement important de la glycémie allant jusqu'à son doublement (JOHNSON, 1954, pour des quantités de MPG administrées de 860 g/j en moyenne). Il en est de même d'essais ou de lots pour lesquels la glycémie était faible (STEGER *et al.*, 1972 ; HALSE et MOLLER, 1978). En revanche, l'effet glucogénique du MPG a été faible, voire nul, quand il a été administré à des vaches en bonne santé, normalement alimentées (PEHRSON, 1971 ; GIESECKE et DIRKSEN, 1971) même lorsqu'elles étaient en début de lactation et donc probablement en bilan nutritionnel négatif (KEDENBURG et MULLING, 1973 ; SAUER *et al.*, 1973 ; HALSE et MOLLER, 1978 ; SERGHERAERT et REMOND 1983). Dans ce cas, la néoglucogenèse devait se dérouler normalement puisque la glycémie se maintenait à un niveau relativement élevé, et l'acétonémie à un niveau faible.



▽ KEDENBURG et MULLING, 1970 ; ● STEGER *et al.*, 1972 ; ■ HAMADA *et al.*, 1982 ; □ HALSE et MOLLER, 1978 ; ○ FICHTNER *et al.*, 1977 ; ★ SAUER *et al.*, 1973 ; ▼ SERGHERAERT et REMOND, 1983.
Les résultats des dosages plasmatiques ont été multipliés par 0,65 pour tenir compte de l'absence de glucose dans les hématies.

FIG. 2 : *Effet de l'administration de MPG à des vaches sur l'accroissement de leur glycémie : effet de la glycémie initiale* (ou de celle du lot témoin).

Cette absence d'effet du MPG sur la glycémie des vaches bien alimentées a été retrouvé par AROEIRA (1983) chez des brebis. Cependant, cet auteur a enregistré un accroissement de 42 p.100 de la teneur du sang en lactate - qui est un précurseur important du glucose dans le processus de néoglucogenèse -, ce que n'ont pas observé GIESECKE et DIRKSEN (1971) avec des vaches.

Effet anticétogénique. L'effet anticétogénique du MPG est dû à son effet glucogénique (cf. REMESY *et al.*, 1984). De fait, la diminution de l'acétonémie a été d'autant plus forte que l'accroissement de la glycémie l'était aussi (fig. 3). Dans l'essai de thérapeutique conduit par JOHNSON (1954), l'accroissement de la concentration du glucose plasmatique de plus de 50 mg / 100 ml de sang consécutif à l'apport de MPG (moyenne sur 7 vaches cétosiques) s'est accompagné d'une diminution tout aussi spectaculaire de la concentration des corps cétoniques :24 mg / 100 ml, soit 77 p.100. La concentration des acides gras libres plasmatiques, qui constituent les précurseurs des corps cétoniques, diminue aussi consécutivement à l'administration de MPG (SAUER *et al.*, 1973).

Ces modifications métaboliques consécutives à l'apport de MPG résultent des actions conjuguées d'une part du propionate qui est le principal produit de la transformation du MPG dans le rumen, et d'autre part de la fraction du MPG absorbée telle quelle. Selon RUDNEY (1954) et RUDDICK (1972), le MPG est en effet oxydé, selon 2 voies métaboliques faisant ou non intervenir des intermédiaires phosphorylés, en acide lactique qui peut soit fournir de l'énergie par oxydation dans le cycle de Krebs, soit former du glucose ou du glucogène par néoglucogenèse dans le foie. Les résultats récemment obtenus par

AROEIRA (1983) sur des agneaux à jeun accréditent ces conclusions : une perfusion intraveineuse de MPG provoque une augmentation de la glycémie et de la lactatémie, et une diminution importante de l'acétonémie et de la teneur en acides gras libres (fig. 4).

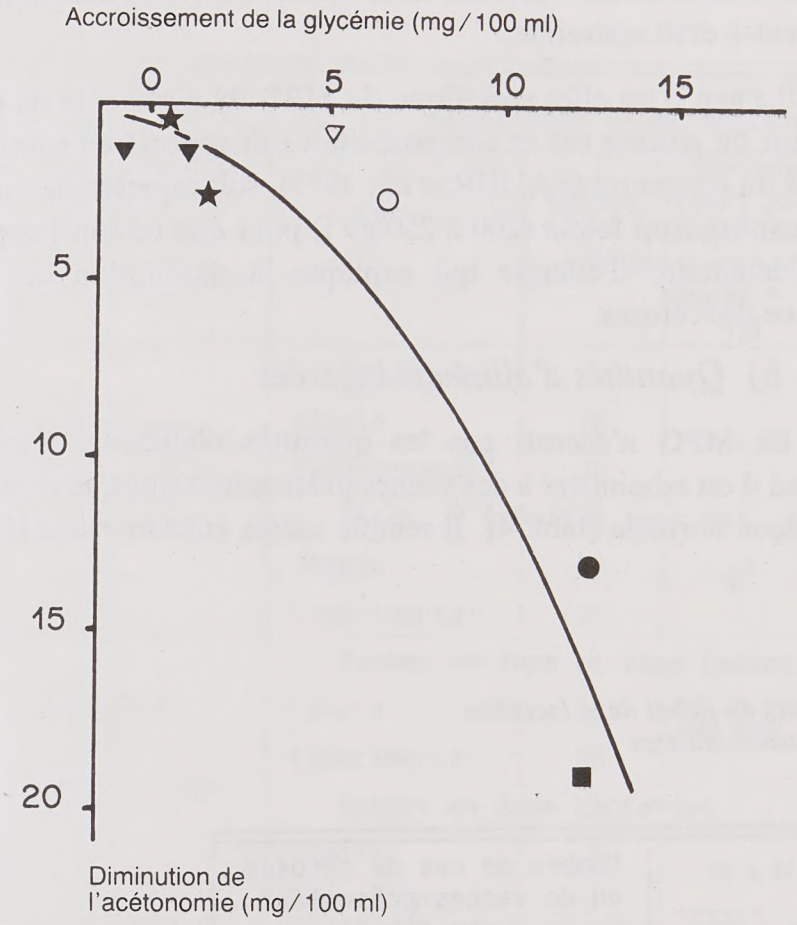


FIG. 3 : *Liaison entre l'accroissement de la glycémie consécutif à l'administration de MPG et la diminution de l'acétonomie chez la vache*
(légende : cf. fig. 2)

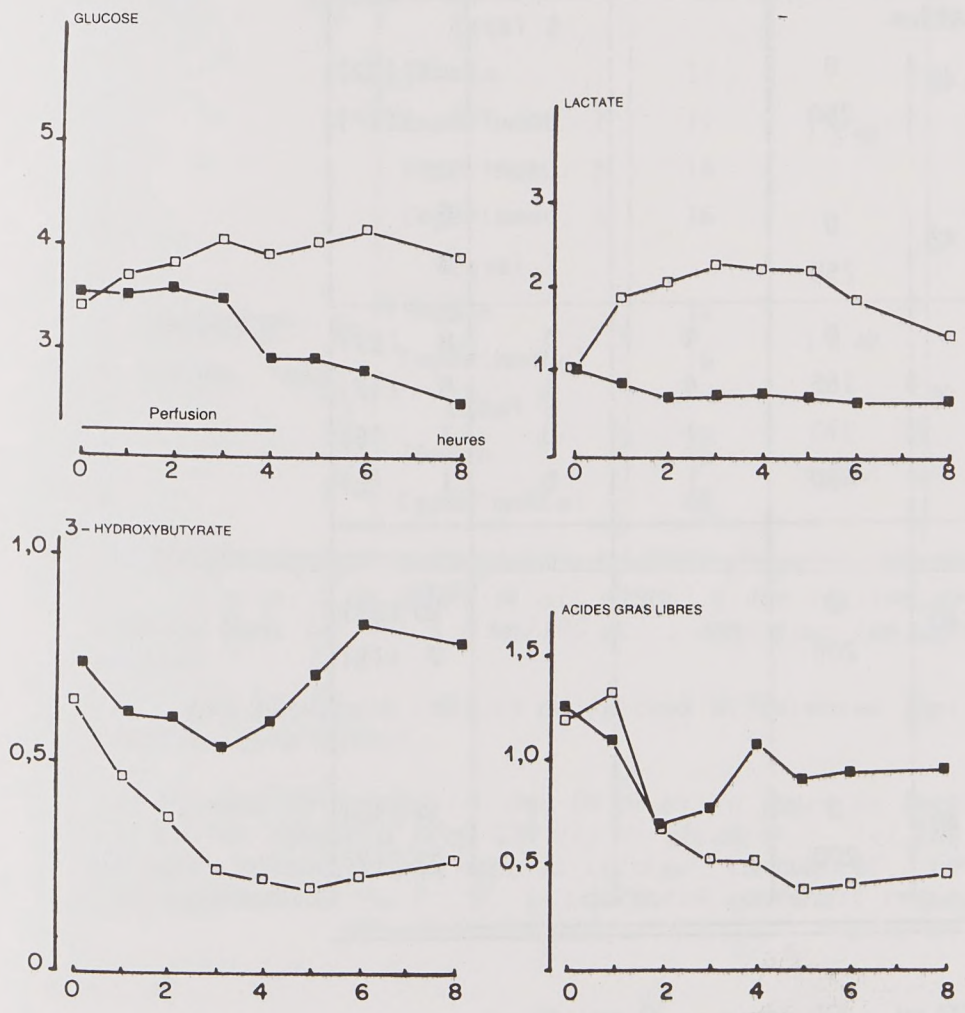


FIG. 4 : *Effet de la perfusion intraveineuse de MPG (□)*
(2 mmoles / mn / kg poids pendant 4 heures) *ou de sérum physiologique (■) à des agneaux sur la concentration (mM / l) de quelques constituants sanguins* (d'après AROEIRA, 1983).

c) Rapidité et durée d'action du MPG ingéré sur les paramètres sanguins

Une fois ingéré, le MPG agit sur les paramètres sanguins de façon relativement rapide (WALDO et SCHULTZ, 1960) et pendant plusieurs heures. GIESECKE et DIRKSEN (1971) observent que l'accroissement maximal de la glycémie (+ 9 mg / 100 ml) est atteint dès la première heure et dure environ 8 heures. EMERY *et al.*, (1967) constatent qu'une demi-heure après avoir ajouté du MPG radioactif dans le rumen d'une vache alimentée, une partie du glucose sanguin est radioactif ; la proportion qui l'est passe par un maximum au bout d'environ 3 heures, et reste encore mesurable 18 heures après. HAMADA *et al.* (1982) observent que la glycémie de vaches cétosiques s'est accrue de 76 p.100 4 heures après l'administration dans le rumen de 500 ml de MPG, et que la teneur en 3-hydroxybutyrate a diminué de 40 p.100. GUNJI *et al.* (1974) observent également que le MPG administré à raison de 0,8 g / kg de poids métabolique à des chèvres nourries accroît leur glycémie dès la 1ère heure suivante. Cependant, ils n'observent aucune modification en faisant passer la dose de MPG administrée à 1,2 g / kg de poids métabolique.

Bien que relativement rapide, l'action du MPG sur les paramètres sanguins s'est cependant révélée plus lente, mais aussi plus durable, que celle d'autres précurseurs de la néoglucogenèse (glutamate de sodium, propionate de sodium) dans une comparaison où ces produits étaient administrés par voie intraveineuse à des agneaux, ce que l'auteur (AROEIRA, 1983) a attribué au métabolisme plus lent du MPG.

II.- Effet du MPG dans le traitement et dans la prévention des cétoses - Conséquences zootechniques

L'action anticétogénique du MPG a été utilisée dans la pratique de l'élevage des vaches laitières, de 2 façons différentes : soit comme un « médicament » pour traiter les animaux cétosiques, soit comme un « additif alimentaire » systématiquement ajouté à la ration de toutes les vaches pour tenter de prévenir l'apparition de cétoses. L'effet préventif du MPG sur les cétoses subcliniques (accroissement de l'acétonémie sans modifications du comportement et des performances des animaux) sera également examiné.

1. Effet du MPG dans le traitement des cétoses

JOHNSON (1954) et MAPLESDEN (1954) ont rapporté cas par cas leurs observations cliniques et biochimiques concernant le traitement par du MPG de 17 vaches (au total) qu'ils avaient diagnostiquées cétosiques. Les modalités expérimentales ont été très variables puisque les quantités de MPG, qui ont varié de 200 à 1800 g par jour, ont été administrées soit par l'alimentation, soit dans l'œsophage, soit par l'eau de boisson, pendant 3 à 6 jours. Néanmoins, certaines conclusions apparaissent clairement :

- le profil sanguin présente une amélioration spectaculaire (accroissement de la glycémie, diminution de l'acétonémie) dès le 2ème jour du traitement. Il redevient généralement normal dès le 3ème jour ;

- les quantités ingérées redeviennent normales ou presque 3 à 5 jours après le début du traitement ;

- la quantité de lait produite s'accroît de façon importante dès le lendemain du traitement ; la quantité maximale est atteinte dans la semaine ;

- l'effet thérapeutique est plus rapide pour une dose quotidienne de 500 g comparée à 250 g/j. Cependant, les doses supérieures à 800 g/jour doivent être évitées car elles ont entraîné chez les vaches malades, qui n'étaient pas habituées à recevoir du MPG, des troubles nerveux (incoordination des animaux), une salivation abondante, et elles ont eu un effet diurétique qui accroît la déshydratation des animaux.

Pour tous les cas rapportés, les auteurs ont jugé que le traitement avait été efficace.

2. Effet du MPG comme additif alimentaire

a) Fréquence des cétoses

La distribution du MPG pendant les premières semaines de la lactation a systématiquement entraîné une diminution du nombre d'animaux présentant une cétose clinique ou subclinique (appréciées par la composition du sang, du lait ou de l'urine) (tabl. 3) et une réduction de la gravité de ces cétoses (HOOVEN *et al.*, 1969 ; MOLLER et HALSE, 1978). SAUER *et al.* (1973) ont observé que l'abaissement de l'acétonémie entraîné par le MPG a surtout été sensible dans l'essai où la distribution de concentré était restreinte.

Il s'agit d'un effet spécifique du MPG dû à son rôle de précurseur du glucose car ce composé était soit apporté en substitution à du concentré (SAUER *et al.*, 1973), soit rajouté à la ration en quantité trop faible (200 à 250 g/j) pour que ce soit l'apport supplémentaire d'énergie qui explique la diminution de fréquence des cétoses.

b) Quantités d'aliments ingérées

Le MPG n'accroît pas les quantités d'aliments ingérées quand il est administré à des vaches présumées saines, alimentées de façon normale (tabl. 4). Il semble même entraîner une légère

TABLEAU 3

Effet de la distribution journalière de MPG au cours du début de la lactation sur l'incidence des cétoses chez les vaches laitières

AUTEURS	Conditions expérimentales				Nombre de cas de cétoses ou de vaches présentant une cétose		
	Lot	Nombre de vaches	Période: jours avant(-) ou après vêlage	MPG distribué (g/j)	Subclinique	Clinique	Total (%)
EMERY et al., 1964	Témoin	30	-4 à 60	0		7	
	Expérimental	31		115 ou 230		5	
HOOVEN et al., 1969	**Vaches en 1ère et 2ème Lactation**						
	Témoin	35	-14 à 42	0			(32)
	Expérimental	36		250			(17)
	Vaches en 3ème lactation						
	Témoin	8	-14 à 42	0			**5**
	Expérimental	7		250			**3**
SAUER et al., 1973*	Témoin	30	1 à 56	0	4	4	**8** (27)
	Expérimental 1	29		165	4	1	**5** (17)
	Expérimental 2	18		310	1	0	**1** (6)
	Expérimental 3	16		460	1	0	**1** (6)
MOLLER et HALSE, 1978	**Année 1976**						
	Témoin	52	-7 à 40	0			**20** (38)
	Expérimental	48		200			**7** (15)
	Année 1977						
	Témoin	131	-7 à 40	0			**39** (30)
	Expérimental	135		200			**23** (17)

*

Cétose clinique : Acétonémie > 25 mg / 100 ml ; Glycémie < 30 mg/100 ml.

Cétose subclinique : Acétonémie < 25 mg/100 ml ; Glycémie ≃ 30 mg/100 ml.

Dans les lots expérimentaux 1, 2 et 3, le concentré contenait respectivement 3, 6 et 9 % de MPG.

TABLEAU 4

Effet de la distribution de MPG à des vaches sur leurs quantités d'aliments ingérées et leur production laitière

AUTEURS	Conditions expérimentales				Quantités ingérées (kg MS/j)		Production laitière			
	Lot	Nombre de vaches	Période (jours par rapport au vêlage) ou durée * (j)	MPG distribué (g/j)	Fourrage	Concentré	Lait (kg/j)	Matières grasses	Protéines (g p.1000)	Lactose
EMERY et al., 1984 (1)	**Essai 1**									
	Témoin	28	-4 à 60	0			29,6			
	Expérimental	30		115 à230			30,1			
	Essai 2 (réalisé avec des vaches subcétosiques)									
	Témoin	28	10*	0			29,6			
	Expérimental	28		340			30,2			
HOOVEN et al., 1969 (2)	**Vaches en 1ère et 2ème Lactation**									
	Témoin	35	-14 à 42	0			Pas de différence			
	Expérimental	36		250						
	Vaches en 3ème Lactation									
	Témoin	8	-14 à 42	0			21,2			
	Expérimental	7		250			24,9			
FISHER et al., 1971 (3)	Témoin GLYC	4	Milieu de lactation	0		14,3 A	29,3	34,7	30,8	51,4
	Expérimental	4		380		11,4 B	28,5	35,5	29,7	51,7
FISHER et al., 1973 (4)	**Essai 1**									
	Témoin	13	1 à 56	0	6,23		25,5	30,5	34,4	50,9
	Expérimental	13		170	6,00		25,1	30,9	33,9	51,6
	Essai 2									
	Témoin	17	1 à 56	0	6,45	0,29	21,9	33,2	30,3	50,4
	Expériment. 1	17		150	5,95	0,26	23,7	30,9	31,6	50,6
	Expériment. 2	18		310	6,27	0,22	24,1	28,5	31,6	51,8
	Expériment. 3	16		460	5,82	0,47	22,0	31,7	31,3	52,3
SERGHERAERT et REMOND, 1983	**Essai 1**									
	Témoin	17	1 à 42	0	12,1 A	6,6	29,2	39,1	31,9	
	Expérimental	16		200	10,9 B	6,5	28,2	38,2	32,7	
	Essai 2									
	Témoin	16	1 à 42	0	10,2	6,0	24,8 a	37,9	33,0	
	Expérimental	16		200	10,2	6,0	24,0 b	38,4	32,6	

L'essai 2 de EMERY et al. (1964) a été réalisé avec des vaches subcétosiques (concentration de l'acétone + acéto-acétate dans le lait > 2 mg/100 ml) ; dans tous les autres essais, la distribution ou non de MPG a concerné toutes les vaches.

Les résultats indicés de lettres différentes sont différents au seuil de 5 % (lettres majuscules) ou de 10 % (lettres minuscules).

(1) Moyenne de production des 60 premiers jours de lactation ; (2) Moyenne par jour au cours de la lactation ; (3) Le lot témoin a reçu 470 g/j de glycérol ; (4) les quantités de fourrage ingérées sont exprimées en kg/100 kg de poids métabolique ; dans la colonne "concentré" , ce sont les quantités refusées qui ont été rapportées. Dans les lots expérimentaux 1, 2 , 3, le concentré contenait respectivement 3 , 6 et 9 % de MPG.

diminution de l'ingestion de l'aliment dans lequel il est inclus quand celui-ci est distribué à volonté (FISHER *et al.*, 1971) ou quand il en contient une proportion élevée (FISHER *et al.*, 1973). GIRSCHEWSKI *et al.* (1977) observent que certaines vaches subcétosiques ingéraient moins bien leur ensilage d'herbe quand le MPG (500 ml / j) qui leur était administré était répandu sur l'ensilage. Ces auteurs ont noté une amélioration de l'appétibilité du MPG soit en l'incluant dans les pellets de foin-concentré, soit en y ajoutant de l'huile d'anis. Dans un des 2 essais que nous avons réalisés avec des vaches bien alimentées en énergie et en azote, l'apport de MPG (200 g / j) dans 2,5 kg d'un aliment concentré spécial a entraîné une diminution significative ($P < 5$ p.100) des quantités ingérées de l'aliment offert à volonté (ensilage d'herbe), alors que dans l'autre essai, il n'a eu aucun effet (SERGHERAERT et REMOND, 1983). L'appétibilité du MPG, qui varie d'ailleurs peut -être avec les fabrications, son degré de pureté chimique, etc..., ne peut cependant être qualifiée de mauvaise puisqu'EMERY *et al.* (1964) ont noté que la vache en lactation avec laquelle ils étudiaient le métabolisme du MPG n'a pas fait de refus de la ration qui lui était offerte aussi longtemps que la quantité de MPG distribuée a été inférieure à 2,45 kg / j, ce qui représentait 16,7 p.100 de la ration.

c) Production laitière

L'apport alimentaire de MPG a eu un effet variable sur la quantité de lait produite : il a eu tendance à être positif lorsque le niveau alimentaire de la ration était trop restreint (essai 2 de FISHER *et al.*, 1973) ou, lorsque les animaux étaient en cétose subclinique (EMERY *et al.*, 1964), mais il a été nul quand les conditions d'alimentation étaient bonnes (FISHER *et al.*, 1973, essai 1). Nous avons même enregistré (SERGHERAERT et REMOND, 1983) un effet négatif presque significatif ($P < 10$ p.100) avec des animaux bien alimentés. Les différences observées ont toujours été faibles, à l'exception de l'accroissement important (3,7 kg en moyenne pendant toute la lactation ; signification non précisée) enregistré par HOOVEN *et al.* (1969) dans une comparaison ne portant que sur 15 animaux au total.

Les teneurs du lait en matières grasses et en protéines n'ont pas été influencées par les apports de MPG sauf dans l'essai réalisé par FISHER *et al.*, (1973) où leur augmentation a entraîné une diminution significative du taux butyreux, du moins pour les traitements qui tendaient à augmenter la quantité de lait produite. Les mêmes auteurs ont noté que le MPG élevait la teneur du lait en lactose.

Conclusions - Intérêt du MPG dans la prévention et le traitement des cétoses

Les résultats bibliographiques, qui n'ont pas tous été rapportés ici, et nos propres observations, conduisent à 3 conclusions principales :

- le MPG a une forte action glucogénique et anticétogénique chez les animaux (sub)cétosiques qui s'exerce dès la 1ère demi-heure qui suit son administration et qui se maintient plusieurs heures ensuite. Il doit ces propriétés au fait que 2 voies métaboliques différentes (acide propionique dans le rumen, acide lactique dans l'organisme) concourent à la formation de glucose, et que lui-même est métabolisé relativement lentement ;

- le MPG ne permet pas d'accroître les performances des vaches en bonne santé, correctement alimentées. La tendance paraît être inverse ;

- le MPG présente, comparativement à d'autres substances favorisant la néoglucogenèse, certains avantages : il est facile à administrer puisque soit il peut être répandu sur la ration ou être incorporé à du concentré, à cause de son appétibilité généralement satisfaisante, soit il peut être versé au fond de la gueule de l'animal, ce que l'éleveur peut faire lui-même ; il est très bien toléré puisqu'il n'est pas acide et est entièrement métabolisé, et il n'est pas toxique ; il est relativement bon marché (environ 9 F HT / kg au début de l'année 1984).

Ces différentes caractéristiques ne conduisent à envisager son utilisation que si des cétoses doivent être prévenues (traitement plus ou moins systématique) ou traitées (traitement cas par cas).

Prévention des cétoses

Le coût du MPG, son action nulle sur les vaches en bonne santé, font dépendre l'intérêt du traitement systématique des vaches au début de la lactation de nombreux paramètres, en particulier de l'incidence moyenne des cétoses dans le troupeau. Cependant, une incidence élevée est due en partie à des erreurs de conduite d'élevage (SCHULTZ, 1974) et notamment à des erreurs d'alimentation qui doivent avant toute autre intervention être corrigées par les moyens classiques : fourrages de bonne qualité à volonté, distribution en quantité suffisante d'aliments concentrés de composition convenable, etc...(SCHULTZ, 1974 ; JOURNET et REMOND, 1978 ; JOURNET *et al.*, 1983 ; REMESY *et al.*, 1984).

Pour limiter le coût du traitement systématique pendant le début de la lactation, il est possible de le réserver aux vaches qui ont déjà, soit pendant la lactation précédente, soit pendant la lactation en cours, présenté une cétose clinique. Dans le cas d'une distribution préventive, la quantité de MPG à distribuer est de 150 à 200 g par jour. Pour accoutumer les animaux à l'ingérer, il peut être souhaitable de commencer la distribution à la fin de la gestation.

Traitement des cétoses

Dans toutes les études dont il a fait l'objet, le MPG a été considéré comme un excellent moyen, voire comme le meilleur moyen, de prévention et de traitement des cétoses (JOHNSON, 1954 ; MAPLESDEN, 1954 ; MILLS, 1954 ; WALDO et SCHULTZ, 1960 ; EMERY *et al.*, 1964 ; FOX, 1971 ; SAUER *et al.*, 1973 ; MOLLER et HALSE, 1978). Sa facilité et son inocuité d'emploi ne doivent cependant pas conduire à l'utiliser de façon indiscriminée, et notamment dans des cas de cétoses secondaires (induites par une autre maladie), ce qui ne ferait que retarder, et donc rendre plus difficile, le traitement de la maladie primaire.

En cas de cétose, la quantité journalière de MPG à distribuer est de 400 à 600 g / jour, en 2 fois, pendant au moins 4 jours. Dans la majorité des cas, le faible appétit des vaches conduira à leur administrer le MPG au fond de la gueule. Quand l'appétit sera largement rétabli (après 3 à 7 jours) il pourra y avoir intérêt à continuer la distribution d'une quantité plus faible de MPG (150 à 200 g par jour ; cf. paragraphe précédent) en mélange avec l'alimentation jusqu'à la fin du 1er ou 2ème mois de lactation : cette mesure devrait éviter les récidives.

Il est à remarquer que ce composé présente les mêmes propriétés glucogéniques et anticétogéniques chez les brebis en fin de gestation. Son utilisation devrait donc permettre de limiter l'incidence des toxémies de gestation chez les brebis porteuses de plusieurs foetus, et de traiter celles qui en sont atteintes.

REMERCIEMENTS : Nous remercions la Société ATO-CHEM qui nous a fourni gracieusement le MPG et qui a apporté son concours financier aux études conduites dans nos laboratoires.

Annexe : Quelques caractéristiques physico-chimiques du monopropylène glycol

Le monopropylène glycol est un dialcool formé d'une chaîne aliphatique à 3 atomes de carbone. Sa formule chimique est $CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CH_3$ et son poids moléculaire est de 76 g. Il possède de nombreuses dénominations, dont les plus fréquentes sont : monopropylène glycol (MPG), propylène glycol, propane diol et E 490.

Le MPG est un liquide incolore, inodore, à saveur légèrement sucrée, hygroscopique et non corrosif. Il a une densité de 1,03 à 20°C, a une température d'ébullition de 187°C et ne devient pâteux qu'à -60°C, ce qui lui donne des propriétés antigel très utilisées. Il est soluble dans l'eau en toute proportion et n'est pratiquement pas volatil à la température ordinaire.

Le MPG, qui est synthétisé à partir du pétrole, est un produit aux multiples utilisations. Il est déjà largement utilisé dans l'industrie de l'alimentation animale pour différentes propriétés qu'il possède : capacité de rétention de l'eau : il évite le durcissement de certains aliments secs destinés aux chiens et aux chats ; agent de conservation : il a une action proche de celle de l'éthanol sur les microorganismes ; agent antipoussière : il a un effet liant sur les poussières, dans les aliments finement broyés.

Références bibliographiques

AROEIRA L., 1983. *Influence de la disponibilité en composés glucoformateurs sur la régulation de la néoglucogenèse et de la cétogenèse chez les ovins.* Thèse de Doctorat de 3ème cycle préparée au laboratoire des Maladies métaboliques, Université de Clermont II.

CLAPPERTON J.L., CZERKAWSKI J.W., 1972. Metabolism of propane-1:2-diol infused into the rumen of sheep. *Br. J. Nutr.,* **27,** 553-560.

COULON J.B., DOREAU M., REMOND B., JOURNET M., 1984. Capacité d'ingestion des vaches laitières en début de lactation. 2. Les anomalies de l'ingestion : liaisons avec l'état sanitaire et quelques paramètres du métabolisme énergétique et de la digestion. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **55,** 43-51.

COULON J.B., REMOND B., DOREAU M., JOURNET M., 1984. Evolution de quelques paramètres du métabolisme énergétique chez la vache laitière en début de lactation (à paraître).

CZERKAWSKI J.W., BRECKENRIDGE G., 1972. Fermentation of various glycolytic intermediates and other compounds by rumen micro-organisms, with particular reference to methane production. *Br. J. Nutr.,* **27,** 131-146.

CZERKAWSKI J.W., BRECKENRIDGE, 1973. Dissimilation of 1,2-propanediol by rumen micro-organisms. *Br. J. Nutr.,* **29,** 317-330.

EMERY R.S., BURG N., BROWN L.D., BLANK G.N., 1964. Detection, occurence and prophylactic treatment of borderline ketosis with propylene glycol feeding. *J. Dairy Sci.,* **47,** 1074-1079.

EMERY R.S., BROWN R.E., BLACK A., 1967. Metabolism of DL-1,2-Propanediol-2-^{14}C in a lactating cow. *J. Nutr.,* **92,** 348-356.

FICHTNER R., BETHE W., SCHAFER M., 1977. Versuch einer Ketoseprophylaxe durch Fütterungsanalyse und medikamentelle Substitution. *Mh. Vet Med.,* **32,** 668-672.

FISHER L.J., ERFLE J.D., SAUER F.D., 1971. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows.*Can. J. anim. Sci.,* **51,** 721-727.

FISHER L.J., ERFLE J.D., LODGE G.A., SAUER F.D., 1973. Effects of propylene glycol or glycerol supplementation of the diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. *Can. J. anim. Sci.,* **53,** 289-296.

FOX F.H., 1971. Clinical diagnosis and treatment of ketosis. *J. Dairy Sci.,* **54,** 974-978.

GIESECKE D., DIRKSEN G., 1971. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss von Propylenglycol auf Pansen-und Blutmetaboliten bei Wiederkauern. *Proceed. 19th World Veterinary Congress.* Mexico city - Tome 3 - p.1092-1095.

GIESECKE D., 1974. Metabolic kinetics of the anti-ketotic compound 1,2-Propanediol in the rumen. *Arch. int. Physiol. Biochim.,* **82,** 645-649.

GIRSCHEWSKI H., VOIGT J., PIATKOWSKI B., 1977. Untersuchungen über Vorkommen, Erfassung und Behandlung der subklinischen Ketose bei Hochleistungskühen. *Mh. Vet Med.,* **32,** 201-203.

GUNJI S., SHINOZAKI K., SHIGA E., 1974. Studies on rumen fermentation in ruminants. II. Effects of several chemical additives on rumen fermentation and blood glucose in goats. *J. Fac. Agric. Iwate Univ.,* **11,** 281-289.

HALSE K., MOLLER O.M., 1978. Propylene glycol to cows with varying degrees of ketonaemia. Effects on acetoacetate and glucose in blood plasma.*Norsk Vet Tidsskr.,* **90,** 93-99.

HAMADA T., ISHII T., TAGUCHI S., 1982. Blood changes of spontaneously ketotic cows before and four hours after administration of glucose, xylitol, 1,2-propanediol, or magnesium propionate. *J. Dairy Sci.,* **65,** 1509-1513.

HOOVEN N.W., PLOWMAN R.D., SMITH J.W., 1969. Efficacy of feeding propylene glycol to reduce the incidence and severity of ketosis. *J. Dairy Sci.,* **52,** 915 (abstr.).

JOHSON R.B., 1954. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. *Cornell Vet.,* **44,** 6-21.

JOURNET M., REMOND B., 1978. Rationnement énergétique selon le stade de lactation et le niveau de production. In : « *La Vache laitière* », INRA Publ., Versailles, p. 121-142.

JOURNET M., FAVERDIN P., REMOND B., VERITE R., 1983. Niveau et qualité des apports azotés en début de lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **51,** 7-17.

KEDENBURG C.P., MULLING M., 1973. Glucose - und Ketonkörperblutspiegel bei Kühen während der Spätträchtigkeit und zum Laktationsbeginn sowie ihre Beeinflussbarkeit durch 1,2-Propandiol (Propylenglykol). *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkd.,* **27,** 45-49.

MAPLESDEN D.C. 1954. Propylene glycol in the treatment of ketosis. *Can. J. Comp. Med.,* **18,** 287-293.

MILLER L.M., 1979. Investigation of selected potential environmental contaminants : ethylene glycol, propylene glycols and butylene glycols. Document préparé pour : Office of toxic substances, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 20460.

MILLS A.M., 1954. A new rapid acting treatment for ketosis. *Georgia Vet.,* **6,** 9. Cité par Prins et Seekles, 1968.

MOLLER P.M., HALSE K., 1978. Propyleneglycol to cows. Prevention of clinical ketosis. *Norsk VetTidsskr.* **90,** 145-156.

PEHRSON B., 1972. The effect of orally administered glycogenic substance to dairy cow. I. Na propionate, glycerol and propylene glycol to healthy, normally fed cows. *Nord. Vet Med.,* **24,** 409-416.

PRINS R.A., SEEKLES L., 1968. Effect of chloral hydrate on rumen metabolism. *J. Dairy Sci.*, **51,** 882-887.

REMESY C., CHILLIARD Y., AROEIRA L., MAZUR A., FAFOURNOUX P., DEMIGNE C., 1984. Le métabolisme des lipides et ses déviations chez le ruminant durant la gestation et la lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **55,** 53-71.

RUDDICK J.A., 1972. Toxicology, metabolism and Biochemistry of 1,2-Propanediol. *Toxicol. appl. Pharmacol.*, **21,** 102-111.

RUDNEY H., 1954. Propanediol phosphates as a possible intermediate in the metabolism of acetone. *J. Biol. Chem.*, **210,** 361-371.

RUFFIO P., 1981. Le Monopropylène glycol dans l'alimentation des vaches laitières en début de lactation. Rapport bibliographique rédigé au cours d'un stage au Laboratoire de la Lactation, au C.R.Z.V. de Theix (non publié).

SAUER F.D., ERFLE J.D., FISHER L.J., 1973. Propylene glycol and glycerol as a feed additive for lactating dairy cows : an evaluation of blood metabolite parameters. *Can. J. anim. Sci.*, **53,** 265-271.

SAUVANT D., CHILLIARD Y., 1980. Métabolisme énergétique du ruminant laitier. In : « *Le Syndrome de la vache grasse* ». Société Française de Buiatrie Ed., p. 41-100.

SERGHERAERT R., REMOND B., 1983. Effet de la distribution de Monopropylène glycol à des vaches laitières en début de lactation. Compte-rendu d'expérimentation remis à la Société Chloé-Chimie, non publié.

SCHULTZ L.H., 1974. Ketosis. In : « *Lactation* », Volume 2. Edité par B.L. Larson et V.R. Smith, Academic Press, p. 317-353.

STEGER H., PIATKOWSKI B., GIRSCHEWSKI H., 1972. Die Wirkung von Propylenglykol und Methionin auf die Konzentration von Blutzucker und Ketonkörpern bei frischlaktierenden Hochleistungskühen. *Archiv. Tierernähr.*, **22,** 217-221.

VOIGT J., PIATKOWSKI B., 1973. Stoffwechsel von Propylenglykol in Pansen von Kühen. *Arch. Tierernähr.*, **23,** 323-327.

WALDO D.R., SCHULTZ L.H., 1960. Blood and rumen changes following the intra-ruminal administration of glycogenic materials. *J. Dairy Sci.*, **43,** 496-505.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 31-49

Production de génisses de boucherie avec et sans vêlage

Expérimentation dans le marais rochefortais

E. LAFON*, Y. GEAY**, G. LIENARD***, L. DAMOUR*, C. BERANGER**
avec la collaboration de B. CIMONNEAU*, D. BONNET*, R. PORCHER*, R. JAILLER**

* *Département du SAD, Domaine de St Laurent de la Prée, 17450 Fouras*
** *Laboratoire de la Production de Viande*
*** *Laboratoire d'Economie de l'Elevage*

Introduction

Les marais de l'Ouest (fig. 1) constituent une unité sur tout le littoral charentais, vendéen et breton, tant par leur origine géologique et climatique commune, que par leur situation économique préoccupante qui conduit à les classer parmi les zones en difficulté, au même titre que les zones de montagne ou de causses arides.

Utilisés traditionnellement pour l'engraissement de gros bovins et l'élevage des génisses laitières, ils ne constituent guère jusqu'ici que des appoints à des revenus assurés par l'exploitation intensive des terres hautes de cette zone.

Ils représentent cependant des surfaces importantes (245 000 hectares, soit la moitié d'un département français environ) pour lesquels l'INRA étudie les possibilités de mise en valeur et d''intensification.

Si la première condition d'intensification du marais reste son assainissement, il convient cependant d'opter, dans certaines conditions de sol et de structure, pour des techniques peu coûteuses parmi lesquelles le maintien de la prairie naturelle améliorée associée à la prairie temporaire se présente comme une des solutions les plus économiques.

On peut s'interroger sur les types de productions animales qui valoriseront cette production fourragère. Certains éleveurs se sont orientés vers la production laitière. On peut aussi penser à divers types de production de viande à base d'herbe. Parmi ceux-ci, les génisses croisées abattues à 27-28 mois ont semblé intéressantes. En effet, engraissées au pâturage en 3 mois 1/2 maximum, avant la sécheresse d'été, elles permettent de décharger les prairies à l'époque où l'herbe cesse de pousser, ne laissant sur le domaine qu'un chargement minimum correspondant aux génisses d'un an.

Bien que diverses études aient déjà été entreprises sur la production de viande à partir de génisses avec ou sans vêlage, sur divers génotypes (COLEOU *et al.*, 1974 ; PETIT *et al.*, 1975 ; LIENARD et BERANGER, 1977 ; BOUCQUE *et al.*, 1980 ; BONNEMAIRE *et al.*, 1984) une expérimentation pluriannuelle, mettant en jeu des effectifs importants, méritait d'être réalisée dans les conditions du marais, où n'existait aucune référence - sachant que les résultats zootechniques pourraient revêtir un intérêt plus général.

Trois séries d'essais consécutifs (1977-79, 1978-80, 1979-81) ont donc été réalisés au Domaine de St-Laurent de la Prée au cœur du marais Rochefortais (fig. 1) au cours desquels on a étudié plus précisément, à partir de génisses de 9 mois (issues du troupeau allaitant) :

- l'intérêt d'un vêlage à 2 ans suivi d'une finition au pâturage, après tarissement 10 jours après vêlage, comparativement à une production de génisses de 28 mois n'ayant pas vêlé ;
- l'effet sur les performances des animaux maintenus au pâturage sur le marais durant la période estivale, sans abri ni haie, comparativement aux performances d'animaux ayant accès librement à une stabulation sous hangar.

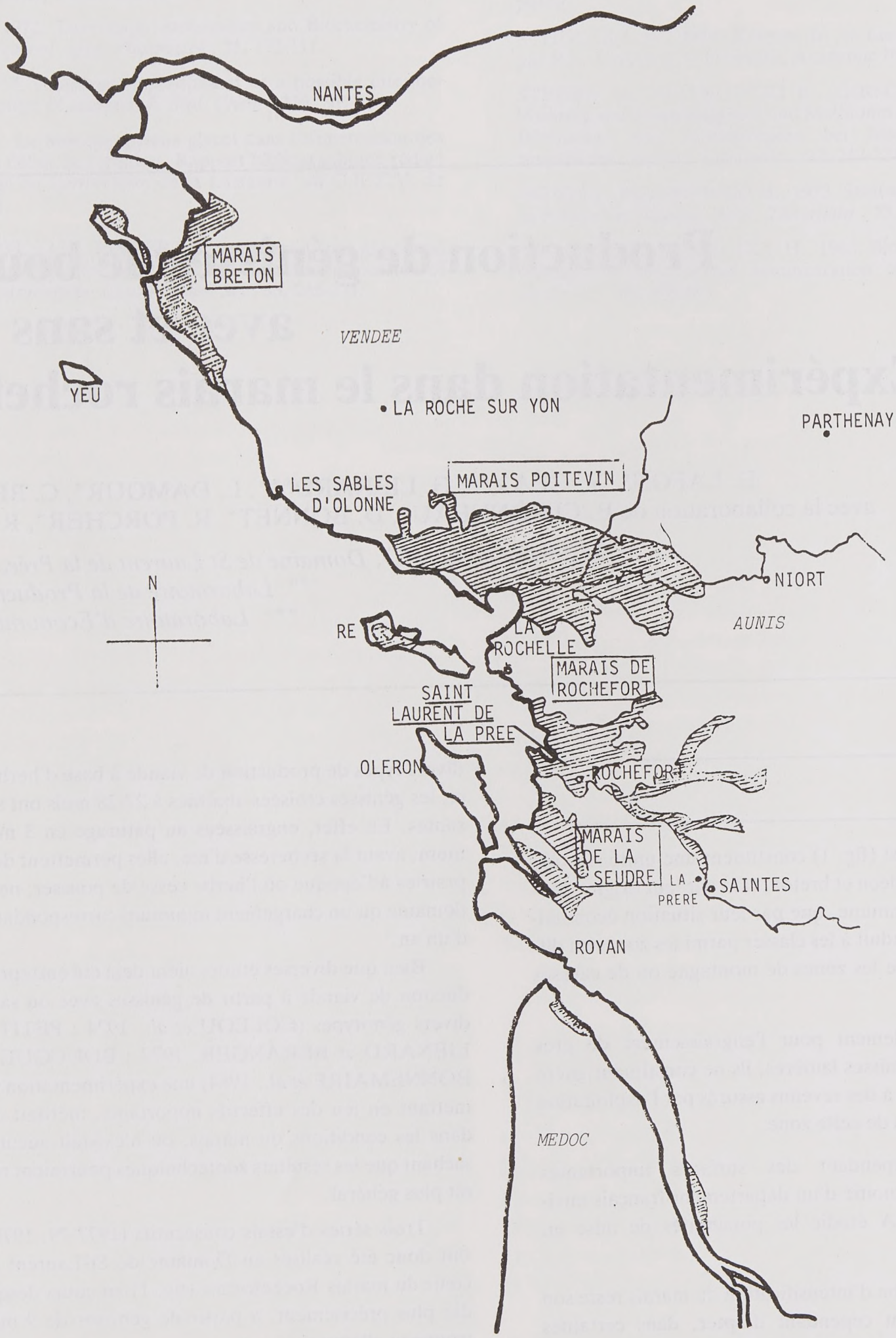


FIG. 1 : *Les marais de l'Ouest*

Conduite de l'expérimentation

Les trois séries d'essais ont concerné chacune 50 génisses croisées Charolais × Salers, achetées fin octobre à un âge compris entre 8 et 9 mois. Cependant les bilans zootechniques n'ont porté que 140 génisses (47 en 1977, 45 en 1978 et 48 en 1979) ; en effet deux sont mortes à l'achat et 8 étaient en réalité pleines et ont vêlé à 15 mois. Le poids moyen des 140 génisses retenues a été de 282 ± 17 kg. Maintenues à un rythme de croissance modéré (513 g / j en moyenne) pendant le premier hiver, elles ont été mises à l'herbe sur des prairies naturelles au début avril (2 au 12 selon les essais) à un poids moyen de 360 ± 25 kg.

Les génisses ont alors été réparties en deux troupeaux de même poids moyen : l'un comportant 1 / 3 des génisses non inséminées, l'autre comportant les 2 / 3 restant. Ces dernières ont été inséminées en race Limousine, à 14-15 mois sur chaleurs induites et un taureau de race Blonde d'Aquitaine a assuré la saillie des deux premiers retours en chaleur, jusqu'au début de la période estivale. Durant celle-ci (du 18-23 juillet au 22 septembre-9 octobre) la moitié des animaux (36 gestantes et 34 vides) a été maintenue sur le marais, sans abri. L'autre moitié (39 gestantes et 31 vides) a été placée en stabulation libre avec accès à une parcelle de 1,5 hectare.

L'ensemble des animaux a ensuite été rassemblé en stabulation libre sur aire paillée jusqu'au printemps suivant. 75 femelles ont vêlé à 2 ans à un poids moyen de 573 ± 40 kg. Les veaux ont été séparés des mères à 10 jours et vendus. Les vaches taries et les génisses ont ensuite été engraissées au pâturage durant 60 à 70 jours avant d'être abattues.

Alimentation hivernale

Au cours des trois années, par suite du manque d'herbe, il n'a pas été possible de faire pâturer les animaux à l'automne. Aussi, durant cette période, toutes les génisses, alors âgées de 19 à 20 mois au début d'octobre ont été rassemblées en stabulation libre, où elles ont continué à recevoir de l'ensilage de ray-grass italien à volonté complémenté, lors du premier essai, par du foin de ray-grass italien. Par ailleurs, comme au cours de la période précédente, elles avaient accès à une parcelle de prairie naturelle de 1,5 hectare qui leur a plutôt servi de parcours.

Durant les hivers, les animaux ont reçu en stabulation libre au cours des trois essais, de 8 à 13 mois et de 19 à 25 mois, de l'ensilage de ray-grass italien, du foin de qualité moyenne de prairie naturelle du marais, ou du foin de ray-grass italien et du concentré comportant de l'orge et du tourteau de soja en proportions variables, selon les années, et l'état physiologique des animaux (gestantes ou vides) (tabl. 1).

Conduite au pâturage

Premier printemps

Au cours des trois essais, l'ensemble des génisses a pâturé des parcelles de prairie naturelle de qualité semblable, constituées de ray-grass anglais (28 p.100), de pâturin commun (21 p.100), de brôme, d'orge maritime et d'orge faux seigle (26 p.100), d'agrostis et de vulpin (12 p.100), le reste (13 p.100) étant constitué principalement de carex, chiendent, crételle, renoncules, oenanthes et quelques légumineuses (trèfle maritime ; luzerne des marais). Les 2 / 3 des génisses destinées à être saillies ont exploité entre 6,6 et 8,2 hectares en rotation sur 4 parcelles et l'autre tiers a exploité 2,7 à 3,7 hectares en rotation sur 4 parcelles (1). Ces parcelles de marais au sol argileux stable, bien que drainées par rigoles artificielles, présentent des risques d'inondation de courte durée, lors de printemps pluvieux, car le niveau du plan d'eau est peu maîtrisable par la Station (tabl. 2).

TABLEAU 1

Quantités de matières sèches ingérées en stabulation libre

Période considérée	1er hiver				2ème automne				2ème hiver							
Dates	Novembre- Avril				Octobre - Novembre				Décembre - Avril							
Age des animaux (mois)	8 à 13 mois				19 à 21 mois				21 à 25 mois							
N° des essais	*I*	*II*	*III*	*Moyenne*	*I*	*II*	*III*	*Moyenne*	*I*		*II*		*III*		*Moyenne*	
Etat des animaux { *vides* V / *gestantes* G	*Vides*	*Vides*	*Vides*	*Vides*	*V + G*	*V + G*	*V + G*	*V + G*	*V*	*G*	*V*	*G*	*V*	*G*	*V*	*G*
Nombre	47	45	48	140	22 + 25	20+ 25	23+ 25	65 + 75	22	25	20	25	23	25	65	75
Durée (j)	158	177	155	163	55	37	48	47	147	147	147	147	130	130	141	141
Matière sèche ingérée (kg/j)																
. Ensilage Ray Gras Italien	4,40	3,20	3,80	3,80	3,00	4,35	6,86	4,68	6,40	6,75	7,30	7,90	8,00	8,40	7,24	7,68
. Foin RGI	1,80		1,70	1,10	1,00	-	-	0,39	2,00	2,00					0,68	0,67
Prairie naturelle		2,20		0,80							1,60	1,70	2,00	2,40	1,20	1,37
. Orge	0,40	0,40	0,40	0,40					0,40	0,40	0,14		0,14		0,23	0,13
. Tourteau de soja	0,10	0,11	0,14	0,12					0, 17	0,67	0,06	0,34	-	0,49	0,08	0,50
. Complément minéral	0,09	0,06	0,07	0,07					0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07
. Totale	6,79	5,97	6,11	6,29	4,00	4,35	6,86	5,07	9,04	9,89	9,17	10,01	10,21	11,38	9,50	10,42

(1) Surface recalculée pour les 140 génisses retenues dans les bilans zootechniques.

TABLEAU 2

Caractéristiques des sols des parcelles utilisées au cours de l'expérience

	SURFACES	NATURE DU SOL	SITUATION PAR RAPPORT A LA NAPPE D'EAU	TYPE DE DRAINAGE
Parcelles fauchées (ensilage et foin)	9,8 ha en moyenne	Limons argileux dominante sableuse parties hautes " argileuse " basses	non inondable présence de quelques mouillères	—
	4,2 ha	argileux intermédiaire	nappe d'eau contrôlée par pompage	- drainage par ados - drains enterrés
Parcelles pâturées par les génisses de 13 à 16 mois	11,5 ha 1er essai 11,5 ha 2è essai 11,1 ha 3è essai	argileux stable (bonne stabilité structurale)	Pas de risque d'inondation prolongée mais plan d'eau mal contrôlé Portance limitée sur jeunes semis après retournement.	- rigoles artificielles
Parcelles pâturées par les génisses de 25 à 28 mois	11,6 ha 1er essai 12,9 ha 2è essai 13,5 ha 3è essai	argileux instable (mauvaise stabilité structurale)	Anciens marais salants Succession de parties hautes et de dépressions inondables - Plan d'eau non contrôlable - Portance et productions très variables	- rigoles artificielles

Période estivale

La moitié des animaux, 36 gestantes et 34 vides, a estivé sur le marais où elles ont reçu de l'ensilage de ray-grass italien en libre service tout en disposant des 4 parcelles pâturées durant le printemps. En revanche, leurs homologues (39 gestantes et 31 vides) ont été maintenues en stabulation libre avec accès à une parcelle de 1,5 hectare. Elles ont reçu à l'auge le même ensilage distribué à volonté.

Deuxième printemps

Jusqu'à l'abattage, toutes les femelles ont exploité ensemble en rotation sur 4 à 5 parcelles, 10,9 à 13,5 hectares (selon les essais) de prairie naturelle dont la composition était voisine de celles exploitées durant le premier printemps. Ces parcelles de marais au sol argileux instable présentent une succession de parties hautes et de dépressions, inondées au printemps (tabl. 2). Au cours des deux premiers essais, 1 à 2 hectares ont été récoltés en ensilage à la fin du premier cycle.

Les ensilages et les foins consommés par les animaux ont été récoltés pour les 2 / 3 sur les terres hautes du domaine (sol argilo-sableux) et pour le 1 / 3 restant sur un marais assaini (par rigoles et par drains enterrés).

Mesures réalisées

Poids vif

Durant les périodes hivernales, les animaux ont été pesés 1 fois toutes les 4 semaines à la même heure dans la journée et 2 jours consécutifs à la même heure en début et fin de ces périodes. Les gains de poids hivernaux ont été calculés par régression du poids en fonction du temps. Pour comparer le gain de poids des génisses vides à celui des gestantes, on a corrigé le poids de ces dernières en tenant compte du poids du conceptus, calculé d'après la date de vêlage effective et le poids réel des veaux à la naissance (équation de Ben BERESKIN et TOUCHBERRY, 1967).

Au pâturage, les animaux ont été pesés 10 jours après la mise à l'herbe, le second jour de chaque nouveau cycle et 2 jours consécutifs à la fin du pâturage de printemps, de la période estivale et la veille du départ pour l'abattoir.

Quantités consommées

Durant les périodes hivernales, les quantités de matière sèche distribuées d'ensilage, de foin et de concentré ont été mesurées 5 jours par semaine, ainsi que les refus d'ensilage.

Au pâturage de printemps, les quantités d'herbe disponible sur chaque parcelle ont été estimées par une fauche à la motofaucheuse à 1,5 cm du sol (4 prélèvements sur 8,8 m^2 soit 3 p.100 de la surface) avant l'entrée des animaux dans la parcelle. Les refus ont fait l'objet d'une simple estimation visuelle en pourcentage de la surface pâturée.

Durant les périodes estivales, les quantités de matière sèche de ray-grass ensilées sur le marais ont été mesurées mais les quantités ingérées n'ont pu l'être. En revanche les quantités de MS ingérées par les génisses conduites en stabulation libre ont été mesurées 5 jours par semaine. Au cours de ces périodes, d'une durée variant de 66 à 76 j, la teneur en matière sèche des ensilages a été mesurée deux fois par semaine et a évolué de façon semblable pour les ensilages consommés sur le marais comme pour ceux consommés en stabulation libre.

Mesures à l'abattage

Tous les animaux n'ont pas été abattus en fin d'expérience, 10 d'entre eux ont été jugés dans un état insatisfaisant pour la boucherie (état d'engraissement ou conformation). Parmi les 130 abattus, 68 avaient vêlé.

Résultats

Performances des génisses vides

a) Quantités de MS hivernales consommées et exploitation du pâturage

Au cours des divers essais, les génisses âgées de 9 à 13 mois ont consommé en moyenne 3,8 kg de MS d'ensilage de ray-grass italien (20 à 22 p.100 de MS) distribué à volonté, 1,9 kg de MS de foin, 400 g d'orge et 120 g de tourteau de soja (tabl. 1).

Mises à l'herbe entre le 2 et le 12 avril selon les essais, les génisses non inséminées (12 à 16/an) ont pâturé chaque année 2,7 à 3,7 hectares de prairie naturelle répartis en 4 parcelles (tabl. 3). Le chargement moyen a été élevé :1712 à 1754 kg/ha de poids vif selon les essais. Les quantités de MS d'herbe disponibles par ha ou par animal et par jour ont varié selon les années, surtout en fonction des conditions climatiques (fig.2) respectivement de 5,3 à 6,7 t de MS/ha et de 11,0 à 15,4 kg de MS offerte/animal/jour.

Les génisses inséminées et le taureau (32 à 34 animaux selon les essais) ont pâturé 6,6 à 8,2 ha répartis en 4 parcelles (tabl. 3). Le chargement moyen a été peu différent du précédent bien que plus variable selon les années : 1660 à 2036 kg de poids vif/ha. Les quantités de MS d'herbe disponibles à l'hectare par animal et par jour ont également été plus variables que les précédentes selon les années. 4,0 à 6,3 t de MS/ha et 9 à 16 kg de MS offerte/animal/j.

TABLEAU 3

Production des pâturages au cours du 1er printemps et performances des animaux entre 13 et 16 mois

	GENISSES INSEMINEES			GENISSES NON INSEMINEES		
Numéro des essais	I	II	III	I	II	III
Nombre d'animaux (1)	32	34	33	16	12	16
Surface pâturée (ha)	7,53	8,16	6,56	3,49	2,68	3,71
Nombre de parcelles	4	4	4	4	4	4
Surface moyenne par parcelle (ha)	1,88	2,04	1,64	0,87	0,67	0,93
Date de mise à l'herbe	4 Avril	12 Avril	2 Avril	4 Avril	12 Avril	2 Avril
Durée totale du pâturage (j)	104	104	107	104	104	109
Chargement à l'ha (avec le taureau)						
- animaux	4,2	4,2	5,0	4,6	4,5	4,3
- kg de poids vif	1661	1660	2036	1754	1712	1723
M.S. offerte (T/ha)	4,0	6,3	5,8	5,3	6,7	5,7
M.S. offerte (kg)						
- *au cycle 1 (par a/j)*	7,2	17,7	17,7	8,3	20,6	20,0
durée (j)	28	32	28	28	32	28
- *au cycle 2 (par a/j)*	8,7	13,5	11,8	10,4	16,2	14,2
durée (j)	35	35	35	35	35	35
- *au cycle 3 (par a/j)*	8,5	15,2	7,1	12,8	15,5	7,0
durée (j)	35	37	45	35	37	47
- *au cycle 4 (par a/j)*	24,1			12,8		
durée (j)	6	0	0	6	0	0
En moyenne/a/j	9,0	16,0	11,2	11,0	15,4	12,4
" /100kg de poids vif	2,3	4,0	2,9	2,9	4,0	3,1
Gain de poids vif (g/j/a) durant chaque cycle	G(1) / V(2)	G / V	G / V			
Nombre d'animaux	25 / 6	25 / 8	25 / 7	16	12	16
Cycle 1	743 / 561	740 / 775	1274 / 1363	873	1090	1478
Cycle 2	887 / 929	1066 / 1054	1069 / 906	1014	891	942
Cycle 3	579 / 700	352 / 375	365 / 379	430	347	336
Cycle 4	-146 / -528	- / -	- / -	-538	-	-
Moyen au pâturage	674 / 679	716 / 728	759 / 722	673	717	725
Gain de poids vif (kg/ha)	264	262	333	292	286	273

(1) Y compris 1 taureau avec les ♀ inséminées

(2) V = vides, G = gestantes

Malgré un fort chargement, ces quantités élevées de MS disponibles par animal traduisent une pousse très rapide au printemps mais elles s'accompagnent aussi d'une hétérogénéité de la flore et donc de la qualité de l'herbe. Certaines espèces bien maîtrisées au premier cycle sont peu consommées par la suite : orge maritime, orge faux-seigle et brôme qui épient très rapidement.

La durée moyenne de pâturage par cycle, et au total, a peu varié d'une année à l'autre (104 à 108 j au total). En revanche, compte tenu des conditions pédoclimatiques du marais rochefortais (tabl. 2 et fig. 2) la qualité de l'herbe a décru au cours des cycles et plus rapidement au cours du 3ème cycle, comme le montreront les vitesses de croissance. La quantité disponible par animal et par jour a fortement varié d'un cycle à l'autre et d'un essai à l'autre. Ainsi, lors du premier essai (1978 - fig. 2), un début de printemps sec n'a pas permis une pousse suffisante au premier cycle et la quantité d'herbe disponible, bien qu'allant croissant avec le numéro des cycles, n'a pas compensé la diminution de qualité. En revanche, en 1980, des pluies suffisantes en mars ont permis une pousse satisfaisante au premier cycle mais qui ne s'est pas maintenue au deuxième et surtout au troisième cycle par suite d'un retour trop tardif des pluies en juin.

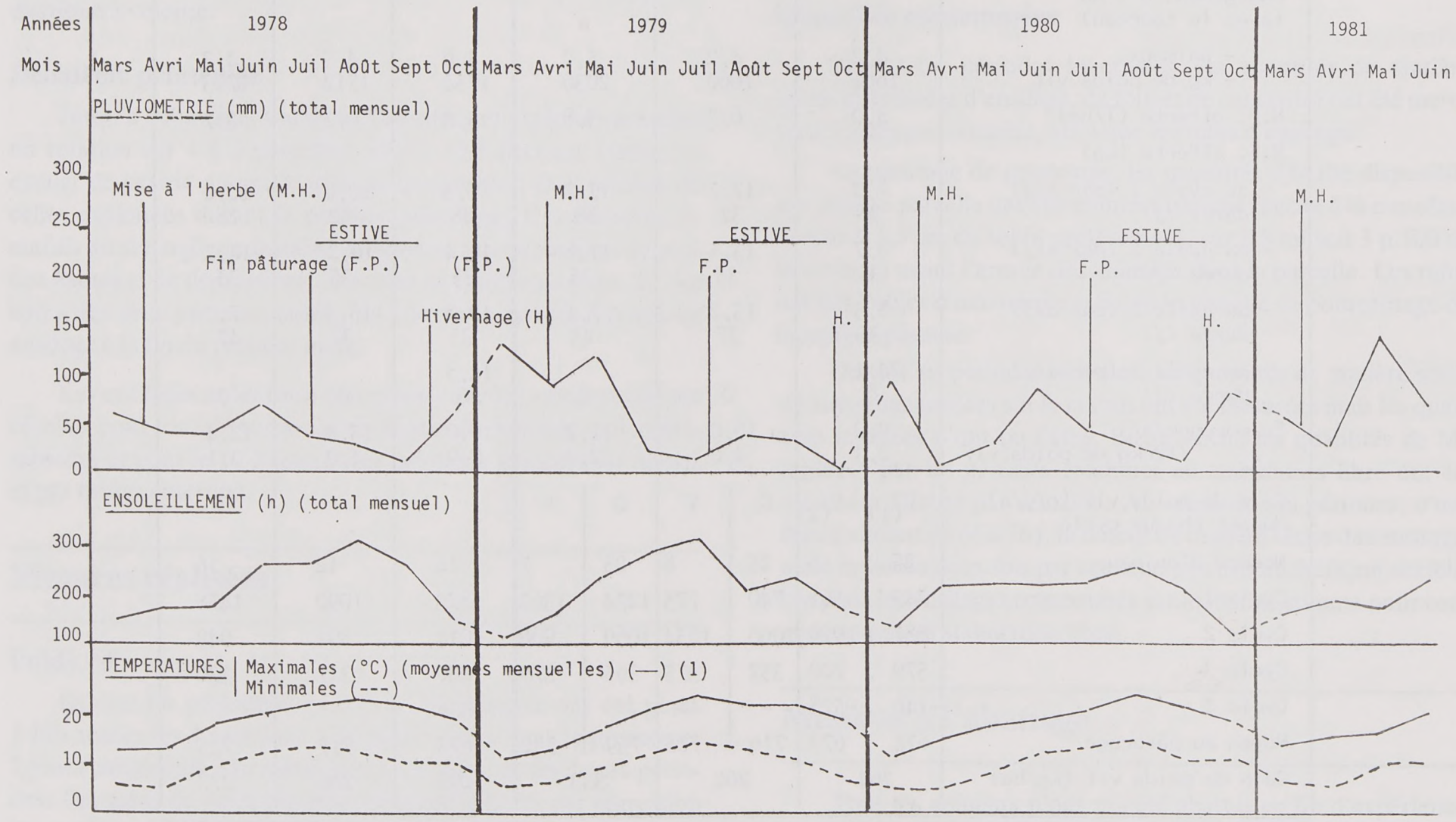
En outre, le niveau du plan d'eau dans ces parcelles, dépendant du contrôle général, n'a pu être maîtrisé. Aussi, durant les périodes de pluies prolongées (2ème essai 1979 particulièrement), le sol est resté inondé et la prairie mal exploitée. Le désir de maintenir une consommation d'herbe suffisante explique donc le niveau élevé de matière sèche mis à la disposition des animaux au cours du premier cycle des essais 2 et 3.

Durant la période estivale, les génisses ont consommé de l'ensilage d'herbe en libre service sur le marais ou à l'auge en stabulation libre. Les quantités journalières consommées chaque jour à l'auge par la moitié des animaux maintenue en stabulation libre (6,6 kg de MS en moyenne) correspondent à 87 p.100 des quantités ensilées sur le marais et mises à la disposition de l'autre moitié des animaux (tabl. 9). Ce taux d'utilisation laisse présumer un niveau de consommation sur le marais voisin de celui mesuré en stabulation.

Ne pouvant bénéficier des repousses d'automne, quelle que soit l'année, l'ensemble des génisses a consommé à volonté, en stabulation libre, de l'ensilage et du foin de ray-grass italien (respectivement 4,7 et 0,4 kg de MS / j (tabl. 1).

De la mi-novembre jusqu'à la mise à l'herbe, les génisses vides ont reçu en complément de l'ensilage de ray-grass italien (7,2 kg de MS), du foin (1,9 kg de MS) et une moyenne de 350 g de concentré comportant de l'orge et du tourteau de soja (tabl. 1).

Mises à l'herbe à 25 mois entre le 27 mars et le 12 avril (selon les essais), les génisses vides ont pâturé avec celles ayant vêlé (45 à 48 animaux au total selon les années), 10,9 à 13,5 ha répartis en 4 ou 5 parcelles de prairie naturelle d'une qualité voisine de celle du premier printemps. Le chargement moyen a été élevé : 1707 à 2053 kg / ha. Cependant, les possibilités de maîtrise du niveau du plan d'eau ont été encore plus faibles que dans les parcelles pâturées lors du premier printemps. Aussi le maintien d'une consommation d'herbe suffisante a-t-il exigé encore plus que précédemment un niveau élevé de MS offerte par animal et par jour :15 à 30 kg / animal. Les prairies ont fourni 4,8 à 7,8 t de MS / ha selon les essais.



(1) Mesures sous abri

FIG. 2 : *Climatologie à St Laurent de la Prée durant l'expérience*
(Données enregistrées par H. MEDION, Domaine de St Laurent)

TABLEAU 4

Production du pâturage au cours du 2ème printemps et performances des animaux entre 26 et 28 mois

	1er ESSAI	2ème ESSAI	3ème ESSAI
Nombre d'animaux	47	45	48
Surface pâturée (ha)	10,9	12,1	13,5
Nombre de parcelles	4	5	5
Surface moyenne par parcelle (ha)	2,7	2,4	2,7
Date de mise à l'herbe	12 Avril	2 Avril	27 Mars
Durée totale du pâturage (j)	$85_{(G)}$ | $80_{(V)}$	$83_{(G)}$ | $65_{(V)}$	$70_{(G)}$ | $73_{(V)}$
Chargement à l'ha			
- animaux	4,3	3,7	3,6
- kg de poids vif	1707	2053	1989
MS offerte (T/ha)	7,8	6,0	4,8
M.S. offerte (kg)			
- *au cycle 1 (par a/j)*	21,1	20,3	14,9
durée (j)	33 | 33	37 | 37	34 | 34
- *au cycle 2 (par a/j)*	15,4	18,9	16
durée (j)	23 | 23	29 | 28	26 | 26
- *au cycle 3 (par a/j)*	22,9	31	22
durée (j)	29 | 24	17 | 0	10 | 13
En moyenne/a/j	20,6	20,4	17,2
" /100 kg de poids vif	3,9	3,7	3,1
Gain de poids vif (g/j/a) durant chaque cycle	$G_{(1)}$ | $V_{(1)}$	G | V	G | V
Nombre d'animaux	25 | 22	25 | 20	25 | 23
Cycle 1	1000 | 998	1150 | 1111	1053 | 1322
Cycle 2	915 | 838	743 | 940	825 | 605
Cycle 3	940 | 485	623 |	490 | 345
Moyen au pâturage	740 | 765	836 | 714	779 | 803
Gain de poids vif (kg/ha)	226	176	182

(1) V = vides, G = gestantes

b) Evolution du croît et caractéristiques des carcasses à l'abattage

Au cours des 3 essais, les 65 génisses achetées à 281 kg et destinées à être abattues à 27 mois sans vêlage ont été maintenues durant le premier hiver à une croissance moyenne de 517 g/j (fluctuant de 457 g/j lors du deuxième essai à 561 g/j lors du troisième). Pesant 357 kg après mise à l'herbe à 13 mois, elles ont réalisé 705 g/j pendant les 105 jours de pâturage. La croissance au pâturage a globalement peu varié d'une année à l'autre (tabl. 5). Celle-ci a toutefois fortement évolué au cours des trois cycles de pâturage (tabl. 3) : 1154 g au cours du premier cycle, 954 au cours du second et 373 g/j au cours du troisième. Elle traduit les variations de quantité et surtout de qualité d'herbe particulièrement à la fin du mois de juin et au début du mois de juillet. Lors du premier essai (où les conditions d'ensoleillement étaient particulièrement importantes ; fig. 2 - 1979), un maintien des animaux sur le marais - une semaine au-delà des premiers jours de juillet - s'est traduit par une perte de poids (tabl. 3).

Au cours de l'été, les génisses maintenues sur le marais ou en stabulation libre et disposant d'ensilage d'herbe ont réalisé 450 g/j en moyenne au cours des 3 essais (tabl. 5). Conduites en stabulation libre de la fin septembre au début avril, leur croît moyen a été de 583 g/j, ce qui leur a permis d'atteindre 551 kg avant la mise à l'herbe à 25 mois. Seules 2 génisses sur les 65 ont été suffisamment lourdes pour être abattues en fin d'hiver.

Au cours de la seconde saison de pâturage, d'une durée moyenne de 74 jours, les génisses ont eu un croît journalier moyen de 750 g/j. Abattues à 582 kg de poids vif, elles ont fourni à 27,5 mois des carcasses de 310 kg dont l'état d'engraissement (17,8 p.100 de tissu adipeux dans la carcasse) a été jugé satisfaisant (tabl. 6). Sur les 130 animaux abattus, 3 foies seulement ont été saisis, soit 2,3 p.100. Cette proportion est intéressante à comparer à celle enregistrée durant la même période par les services vétérinaires de l'abattoir de Celles/Belle où les génisses ont été abattues (91 p.100 de foies saisis). Cette faible proportion enregistrée à St Laurent est due aux 2 traitements contre la douve réalisés en début d'hiver et à la mise à l'herbe et met en évidence l'intérêt de ces traitements.

TABLEAU 5

Influence de la gestation sur les performances des génisses durant l'expérience

N° DE L'ESSAI	1er ESSAI		2ème ESSAI		3ème ESSAI		ENSEMBLE DES ANIMAUX	
Mode de conduite	*Gestantes*	*Vides*	*Gestantes*	*Vides*	*Gestantes*	*Vides*	*Gestantes*	*Vides*
Nombre d'animaux	25	22	25	20	25	23	75	65
1er hiver								
Poids initial (kg)	277±12	276±20	289±15	282±21	283±15	286±17	283±15	281±19
Poids final (kg)	355±17	356±34	362±24	358±37	363±14	364±27	360±19	360±32
Durée (j)	152	152	168	168	139	139	153	152
Gain de poids vif (g/j)	508	526	437	457	581	561	509	517
1er printemps								
Poids mise à l'herbe (kg)	349±17	353±30	359±24	353±33	364±15	364±26	357±20	357±30
Poids avant insémination(kg)	362±19	369±29	374±22	375±34	381±17	383±27	372±21	376±30
Poids fin pâturage (kg)	414±22	420±25	423±26	418±29	433±23	418±29	430±23	423±26
Durée (j)	89	89	90	90	91	91	90	90
Gain de poids vif (g/j)	674	673	716	717	759	725	716	705
Eté								
Poids initial (kg)	422±20	427±26	435±27	428±29	444±27	440±25	434±26	432±27
Poids initial (kg)	439±25	448±27	463±26	464±37	483±25	479±33	462±31	464±34
Durée (j)	66	66	76	76	73	73	71	71
Gain de poids vif (g/j) *	255	343	371	471	541	528	389	450
2ème hiver								
Poids initial (kg)	452±26	444±29	451±29	434±37	474±25	456±29	459±29	445±33
Poids final (kg)	506±38	529±45	522±36	553±49	545±33	570±39	524±39	551±47
Durée (j)	200	200	174	174	177	177	183	183
Gain de poids vif (g/j) *	268	428	408	688	405	640	360	583
2ème printemps								
Poids mise à l'herbe (kg)	490±35	516±41	510±30	552±50	525±33	543±35	508±35	537±44
Poids d'abattage (kg)	544±34	568±40	566±24	587±35	578±32	592±37	563±33	582±38
Durée (j)	73	68	67	49	58	61	69	60
Gain de poids vif (g/j)	740	765	836	714	779	803	797	750
Durée de présence (j)	610	605	606	585	578	571	598	586

* Correction faite du gain de poids du conceptus

TABLEAU 6

Résultats d'abattage

	GESTANTES		VIDES		GESTANTES	VIDES		
	Marais	Stabulation	Marais	Stabulation			Marais	Stabulation
Nombre d'animaux	35	33	32	30	68	62	67	63
Poids de carcasse froide(kg)	301±19	299±21	309±21	311±21	300±20	310±21	304±20	305±22
Composition des carcasses(%) (Nbre de carcasses étudiées)	21	21	16	19	42	35	37	40
- Muscle	68,6±3,0	68,1±2,0	66,8±2,9	67,0±2,7	68,3±2,5	66,9±2,8	67,8±3,0	67,6±2,3
- Dépôts adipeux	16,3±3,0	16,5±2,0	17,8±3,2	17,8±2,6	16,3±2,5	17,8±2,8	18,8±3,2	17,1±2,3
Conformation des carcasses (Nbre de carcasses étudiées)	34	31	27	28	65	55	61	59
- Epaisseur cuisse / Longueur cuisse	0,34 ±0,01	0,34 ±0,01	0,34 ±0,01	0,34 ±0,01	0,34 ±0,01	0,34 ±0,01	0,34 ±0,01	0,34 ±0,01
- Poids carcasse (kg/cm) / Longueur carcasse	2,19 ±0,12	2,18 ±0,13	2,25 ±0,13	2,28 ±0,13	2,18 ±0,13	2,26 ±0,13	2,21 ±0,13	2,23 ±0,15

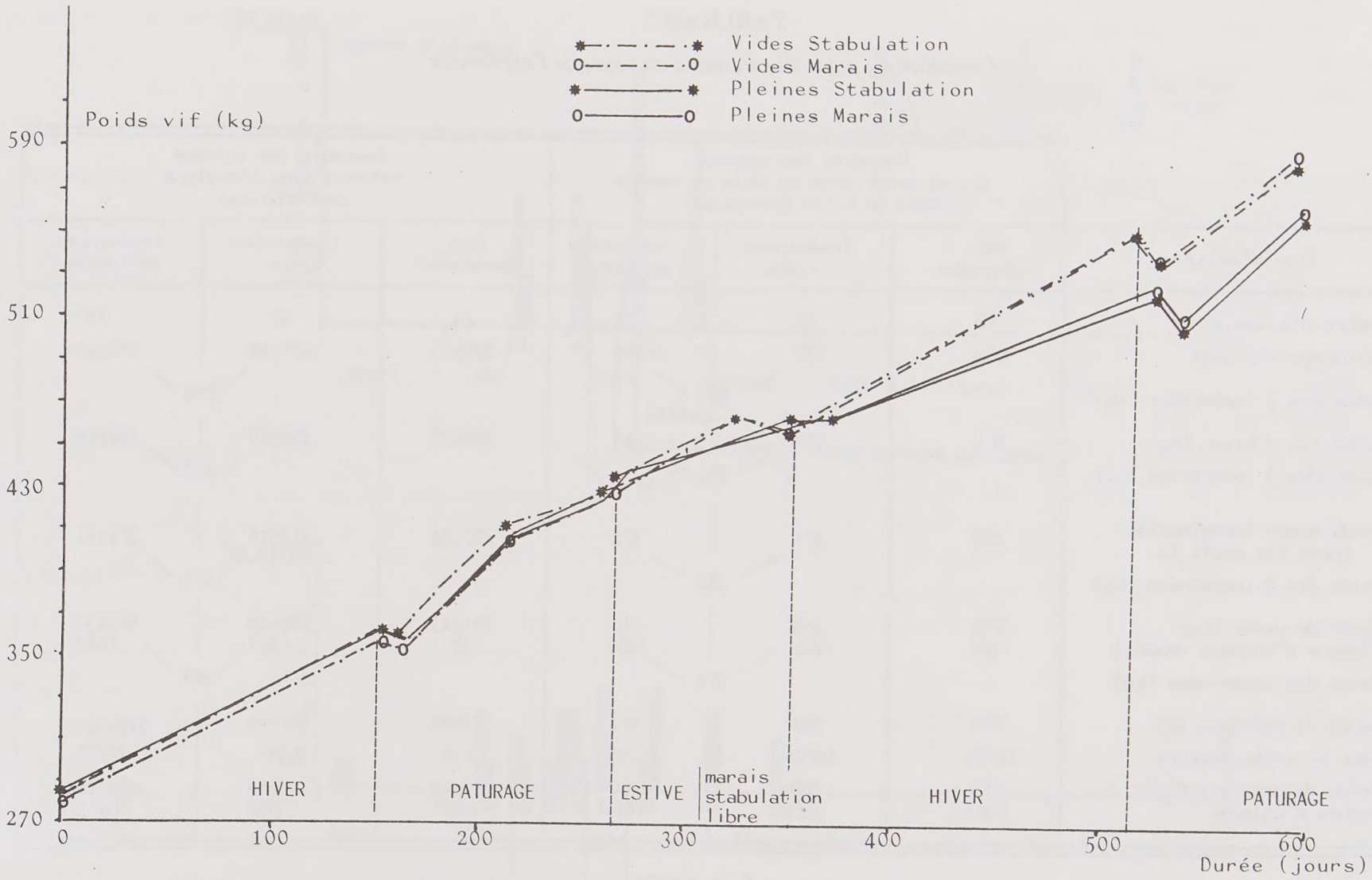


FIG. 3 : *Evolution du poids des animaux au cours de l'expérience*

Influence de la gestation

Sur l'ensemble des 3 essais, les 140 génisses mises à l'herbe à 13 mois ont été réparties chaque année en 2 troupeaux conduits séparément au pâturage lors du premier printemps : 44 génisses ont été maintenues vides. Les 96 autres ont été inséminées en Limousin après induction des chaleurs et un taureau Blond d'Aquitaine a assuré 1 ou 2 retours : 39 génisses (soit 40,6 p.100) ont ainsi été fécondées sur chaleurs induites et 36 (soit 37,5 p.100) l'ont été sur retours. Le taux de gestation a été globalement de 78 p.100.

Afin d'analyser l'influence de la gestation sur les performances des animaux, nous avons été amenés à comparer les génisses inséminées fécondées à l'ensemble des génisses vides. Ce dernier regroupement a pu se faire dans la mesure où les poids de ces femelles à l'achat, à la fin de l'hiver et avant insémination ont été non significativement différents de ceux des génisses pleines (tabl. 7). En particulier, les 21 génisses inséminées mais non fécondées n'ont pas été plus légères que les génisses fécondées : elles ont eu le même poids en fin d'hiver et avant insémination. Elles ont également eu le même croît moyen sur l'ensemble de la période expérimentale que les génisses non inséminées (532 contre 517 g / j) et ont fourni des carcasses de même poids (310 kg).

Les 75 femelles gestantes, légèrement plus lourdes que les vides à la fin du pâturage de printemps, ont eu un croît estival un peu plus faible mais non significativement (389 contre 450 g / j) (tabl. 5). Pesant 459 kg à l'automne contre 445 (pour les vides) elles ont eu un croît hivernal (hors conceptus) entre 20 et 24 mois, significativement plus faible ($P < 0,05$) (360 contre 583 g / j). Mises à l'herbe après vêlage, à 508 kg contre 537 kg, elles n'ont pas rattrapé leur handicap au pâturage puisque les gains de poids ont été voisins (797 contre 750 g / j) (tabl. 5). Abattues à 563 kg elles ont fourni des carcasses plus légères de 10 kg malgré une durée de présence légèrement plus longue (tabl. 5 et fig. 4). Ces carcasses comportaient un peu plus de muscles (68,3 p.100 contre 66,9) un peu moins de gras (16,3 p.100 contre 17,5) et avaient une compacité de la carcasse (mesurée par le rapport poids de carcasse / longueur de carcasse) un peu plus faible (2,18 contre 2,26 kg / cm).

Les 75 génisses pleines ont donné naissance à 83 veaux dont il est resté 72 vivants soit 74 veaux pour 100 vaches inséminées (productivité numérique). Ils pesaient en moyenne 34,8 kg à la naissance. Le choix des taureaux de phénotypes très différents a permis de distinguer parmi les veaux ceux issus d'insémination artificielle sur chaleur induite (57 p.100 des naissances) et ceux provenant de saillie fécondante d'un taureau Blond d'Aquitaine après 1 à 2 retours (43 p.100 des naissances).

Le traitement de synchronisation et / ou d'induction des chaleurs a entraîné lors du 1er essai une proportion importante de naissances multiples : 23 veaux pour 16 vêlages (prolificité de 143 p.100). Ce résultat très différent de ceux obtenus lors des essais suivants (prolificité de 107 et 100 p.100) pourrait être dû à une dose trop importante d'hormone employée pour déclencher l'ovulation (PMSg). Ces naissances multiples se sont traduites par des veaux plus petits (29,3 kg contre 37,9 kg pour ceux nés plus tard de saillie fécondante) et plus fragiles, puisque cette année là 26 p.100 des veaux nés après synchronisation des chaleurs sont morts dans les 3 semaines qui ont suivi la naissance contre respectivement 6,7 et 0 p.100 au cours des essais suivants. Les veaux, issus de saillie naturelle étaient tous des simples, donc plus lourds et il y a eu quelques difficultés de vêlage en 3ème année. Globalement sur les 3 essais le taux de mortalité des veaux a été de 15 p.100 pour les veaux issus d'insémination et de 11 p.100 pour les veaux issus de saillie naturelle, soit une moyenne générale de 13 p.100.

TABLEAU 7

Evolution du poids des animaux au cours de l'expérience

Type d'animaux	Ensemble des animaux mis en expérience et pris en compte dans le bilan économique			Ensemble des animaux retenus dans l'analyse zootechnique		
	Non inséminées	Inséminées vides	Inséminées gestantes	Non inséminées	Inséminées vides	Inséminées gestantes
Nombre d'animaux	50	23	75	44	21	75
Poids arrivée (kg)	286	277	285	277±15	277±14	283±15
Poids des ♀ inséminées (kg)		283			282	
Poids fin d'hiver (kg)	361	361	361	359±37	361±19	360±19
Poids des ♀ inséminées (kg)		361			360	
Poids avant insémination (date fin cycle 1)	376	371	372	377±34	373±18	372±21
Poids des ♀ inséminées (kg)		372			372	
Poids de vente (kg) (Nombre d'animaux vendus)	583 (46)	585 (22)	570 (68)	581±43 (42)	586±26 (20)	563±33 (68)
Poids des inséminées (kg)		574			568	
Durée de présence j() ·	589	586	612	588±44	581±21	598±32
Date de vente moyenne	17/06	14/06	10/07	16/06	9/06	20/06
Poids de carcasse (kg) Nombre d'animaux	310 (46)	309 (22)	300 (68)	310±23 (42)	310±16 (20)	300±20 (68)

TABLEAU 8

Résultats des inséminations artificielles (I.A.) et saillies

		1er essai	2ème essai	3ème essai	Total
Nombre de génisses inséminées		32	33	32	97
Nombre de vêlages		25	25	25	75
. Après I.A.		16	14	9	39
. Après Saillies		9	11	16	36
Poids avant vêlage		563±37	559±38	596±36	573±40
Poids après vêlage		500±40	501±35	544±36	515±42
Poids des veaux à la naissance		32,2	36,8	35,7	34,8
. I.A.		29,3	35,4	35,7	32,5
. Saillies		37,9	39,5	36,5	37,8
Nombre de veaux nés (% génisses inséminées)		32 (100)	26 (79)	25 (78)	83 (86)
. Issus I.A. (% des veaux nés)		23 (72%)	15 (58%)	9 (36%)	47 (57%)
. Issus de Saillies		9 (28%)	11 (42%)	16 (64%)	36 (43%)
Nombre de veaux vendus		26	24	22	72
. Issus d'I.A.		17	14	9	40
. Issus de Saillies		9	10	13	32
Mortalité (% veaux nés)		18,8	7,7	12,0	13,3
. Issus d'I.A.		26,0	6,7	0	14,9
. Issus de Saillies		0	9,1	18,8	11,1
Difficultés de vêlage					
- sans aide	I.A.	2 (12,5)(1)	4 (28,6)	5 (55,6)	
	Saillies	3 (33,3)(2)	4 (36,4)	8 (50,0)	
- aide facile	I.A.	11 (68,8)	10 (71,4)	1 (11,1)	
	Saillies	6 (67,7)	6 (54,6)	7 (43,8)	
- aide difficile	I.A.	3 (18,7)	0	3 (3,33)	
	Saillies	0 -	1 (9,0)	1 (6,2)	
Nombre de jours allaitement maternel		12	13	5	10

(1) Proportion des vêlages issus d'I.A.
(2) Proportion des vêlages issus de Saillie

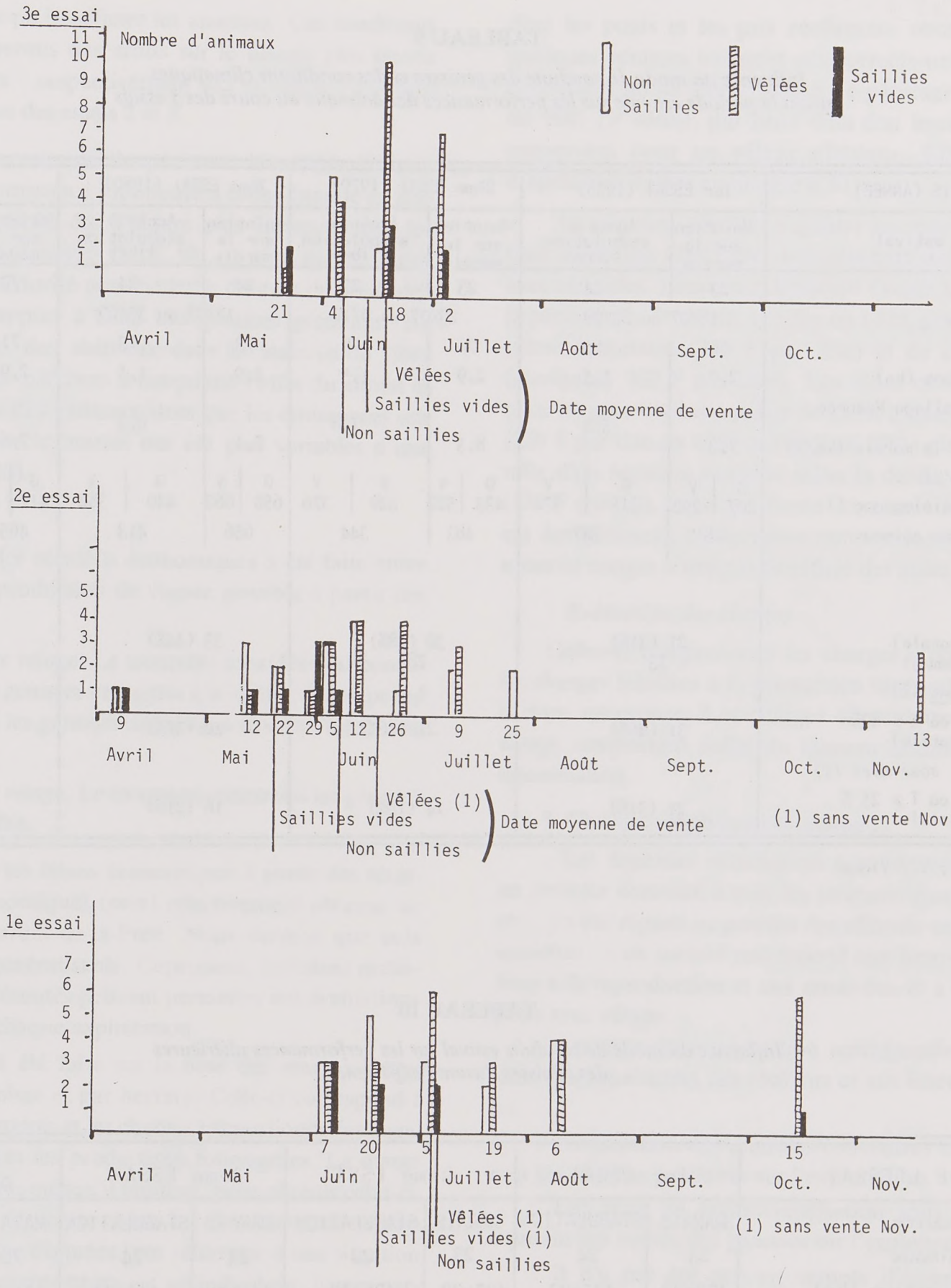


FIG. 4 : *Calendrier de vente des animaux au cours des 3 essais*

Influence du mode de conduite estivale

En début d'estive, quelle que soit l'année, les génisses maintenues sur le marais et celles ayant accès à la stabulation libre ont eu un poids semblable (431 contre 435 kg). La proportion de gestantes dans les 2 troupeaux était également voisine (51 et 55 p.100 respectivement).

Or la croissance des génisses, maintenues sur le marais sans abri, mais avec accès au silo d'herbe, a été, 2 années sur 3, plus élevée que celle des génisses disposant du même ensilage distribué sous abri et ayant accès à une parcelle (tabl. 9).

Lors du premier été, l'ensoleillement a été important (tabl. 9 et fig. 2) 46 p.100 des jours passés sur le marais ont été sans nuages, la température maximale sous abri a dépassé 35°C durant 21 jours - soit 31 p.100 du temps de séjour - et la pluviométrie a été faible (73 mm d'eau durant 21 jours). Le niveau de la nappe d'eau, visible dans les canaux bordant les parcelles, n'a également pas permis, en s'abaissant, un maintien de la pousse de l'herbe. Du reste, un maintien de la totalité du troupeau au pâturage 6 jours de plus, début juillet, lors d'un court 4ème cycle, s'est traduit par une perte de poids (tabl. 3). Sur l'ensemble de la saison d'estive, le gain de poids des animaux sur le marais n'a atteint ce premier été que 240 g/j contre 347 lorsqu'ils disposaient d'un abri.

Au cours des 2 étés suivants, au contraire, l'insolation a été plus faible : 26 et 27 p.100 des jours passés sur le marais ont été sans nuages. Le nombre de jours où la température maximale sous abri a été supérieure à 35°C n'a pas dépassé 18 et 21 p.100 du temps de séjour. Les jours de pluie ont également été plus nombreux 38 et 44 p.100 du temps de séjour contre 31 p.100 précédemment. En outre, des pluies tardives en juin au cours du 3ème essai (fig. 2) ont sans doute permis une certaine pousse de l'herbe

TABLEAU 9

Influence du mode de conduite des génisses et des conditions climatiques durant la période estivale sur les performances des animaux au cours des 3 essais

N° DES ESSAIS (ANNEE)	1er ESSAI (1978)		2ème ESSAI (1979)		3ème ESSAI (1980)		TOTAL	
Mode de conduite estival	Maintien sur le marais	Accès à stabulation libre	Maintien sur le marais	Accès à stabulation libre	Maintien sur le marais	Accès à stabulation libre	Maintien sur le marais	Accès à stabulation libre
Nombre d'animaux	23	24	23	22	24	24	70	70
Dates de présence	18/07 au 22/09		23/07 au 9/10		18/07 au 30/09			
Durée (j)	66	66	76	76	73	73	71	71
Surface de parcours (ha)	2,9	1,5	2,9	1,5	2,9	1,5	2,9	1,5
Matière Sèche Ensilage Mesurée Ingérée (kg/j)		5,8		7,8		6,3		6,6
Mise en silo sur le marais (kg/j)	7,3		8,5		7,1		7,6	
Gain de poids (g/j)	G | V	G | V	G | V	G | V	G | V	G | V	G | V	G | V
Selon l'état physiologique (1)	207 | 292	315 | 374	433 | 522	329 | 376	650 | 662	440 | 382	417 | 517	362 | 377
De la totalité des animaux	240	347	483	344	656	413	465	369
Climatologie								
Pluie								
Nombre de jours (% de la durée totale)	21 (31%)		30 (38%)		33 (44%)			
Quantité d'eau (mm/j)	73		78		91			
Ensoleillement (E)								
Nombre de jours où E ≥ 80% (% de la durée totale)	31 (46%)		21 (26%)		20 (27%)			
Température *sous abri (T)*								
Nombre de jours où T ≥ 25 % (% de la durée totale)	21 (31%)		14 (18%)		16 (21%)			

(1) G : Gestantes ; V : Vides

TABLEAU 10

Influence du mode de conduite estival sur les performances ultérieures des génisses durant l'expérience

N° DE L'ESSAI	1er ESSAI		2ème ESSAI		3ème ESSAI		ENSEMBLE DES ESSAIS	
Mode de conduite	MARAIS	STABULATION	MARAIS	STABULATION	MARAIS	STABULATION	MARAIS	STABULATION
Nombre d'animaux	23	24	23	22	24	24	70	70
Poids début estive (kg)	423±23	425±23	427±22	436±32	441±28	443±24	431±26	435±27
Poids fin estive (kg)	438±24	448±27	464±26	463±36	489±32	473±24	464±34	461±31
Durée (j)	66	66	76	76	73	73	71	71
Gain de poids durant l'estive (g/j)	238	347	483	344	656	414	465	369
Gain de poids après l'estive (g/j)								
- En stabulation	316	369	572	491	527	509	472	455
- En finition au pâturage	775	760	915	825	790	762	825	781
Poids à la vente (kg)	550±37	559±40	579±27	572±34	591±36	579±34	574±38	570±37
Durée de présence (j)	607	609	588	603	576	574	590	595
Poids de carcasse (kg)	296±21	298±24	301±15	302±18	316±18	314±19	304±20	305±22

sur le marais dont ont pu bénéficier les animaux. Ces conditions plus favorables ont permis des croîts sur le marais plus élevés qu'en stabulation libre : respectivement 483 et 656 g /j contre 344 et 413 g/j au cours des essais 2 et 3.

En moyenne, au cours de l'expérience, le maintien sur le marais a permis une croissance supérieure à celle obtenue en stabulation libre mais l'effet a été d'autant plus important que les génisses n'étaient pas gestantes (tabl. 10). Il a permis en outre chaque année une supériorité plus évidente du gain de poids des génisses vides, par rapport à celui des génisses gestantes. En revanche, le maintien des animaux dans la stabulation libre ouverte sur une aire de parcours a tamponné l'effet du climat et de l'état physiologique des animaux alors que les croissances des génisses maintenues sur le marais ont été plus variables d'une année à l'autre (tabl. 10).

Bilan économique

La comparaison des résultats économiques a été faite entre les deux systèmes de production de viande possible à partir des génisses croisées.

- *1er système : avec vêlage.* Le troupeau considéré est constitué par l'ensemble des génisses présentes à la saillie. Il comprend les génisses vêlantes et les génisses saillies (ou devant l'être) et se retrouvant vides.

- *2e système : sans vêlage.* Le troupeau comprend les génisses non présentées à la saillie.

Nous avons établi les bilans économiques à partir des résultats techniques et économiques (prix) effectivement obtenus au Domaine de Saint-Laurent-de-la-Prée. Nous verrons que cela n'est pas directement généralisable. Cependant, les bilans matières détaillés qui sont présentés peuvent permettre des évaluations dans les conditions de chaque exploitation.

La comparaison a été faite sur la base des marges brutes bovines finales par génisse et par hectare. Celle-ci correspond à la différence entre le produit et les charges proportionnelles engagées pour le troupeau et les productions fourragères. La marge brute n'est pas le revenu, puisqu'il faudrait, pour obtenir celui-ci, enlever les charges de structure. Mais ces dernières, très variables, ne peuvent pas être évaluées sans référence à une situation précise. De ce fait, la marge brute est un indicateur, certes partiel, mais de portée assez générale, permettant des comparaisons avec d'autres productions possibles au sein d'une même exploitation.

a) Aspects méthodologiques

Les bilans ont été effectués séparément pour les trois séries d'animaux (tabl. 11-12-13), en considérant la totalité des 150 génisses achetées, comme ce serait le cas pour un éleveur.

- *Evaluation du produit*

Il est constitué par les ventes des génisses diminuées de la valeur d'achat, auxquelles s'ajoutent, pour le troupeau avec vêlage, les ventes de veaux à 8-15 jours.

Les génisses ont été achetées à 8-9 mois et vendues en boucherie par l'intermédiaire d'un Groupement. Nous avons considéré les poids et les prix réellement obtenus (1). Cependant, quelques génisses n'étaient pas correctement vendables en boucherie à la fin de leur 2e saison de pâturage en 1980 (2e série) et en 1981 (3e série), par suite d'un état insuffisant. Elles ont été conservées pour un vêlage ultérieur. Elles ont été estimées d'après leur valeur en maigre à 30 mois.

Aux ventes, peuvent s'ajouter les aides provenant des contrats d'élevage ONIBEV. Les résultats ont été calculés sans et avec ces aides. Leurs modalités ont évolué fortement au cours de la période. La 1ère série, vendue en 1979, pouvait bénéficier d'une prime forfaitaire (200 F par tête) et de compléments de prix (atteignant 300 F par tête). Les aides ont ensuite été réduites pour les gros bovins à partir de 1980, à une prime conjoncturelle (150 F par tête en 1980 et 100 F en 1981) plus une prime structurelle d'un montant variable selon la durée de mise sous contrat (150 F par tête pour une durée dépassant 18 mois, ce qui est le cas des génisses). Les génisses non vendues en boucherie et estimées en maigre n'ont pas bénéficié des aides.

- *Evaluation des charges*

Celles-ci comprennent les charges relatives au troupeau et les charges relatives à la production fourragère en fonction de la surface nécessaire. Les charges alimentaires du troupeau avec vêlage comportent celles du taureau assurant les retours après insémination.

*** Charges relatives au troupeau :**

. Les dépenses vétérinaires sont séparées en 2 ensembles : un premier commun à tous les animaux (prophylaxie, maladies, etc...) a été réparti *au prorata* des effectifs engagés dans les deux systèmes ; - un second correspond aux interventions spécifiques liées à la reproduction et aux mises-bas et a été affecté au troupeau avec vêlage.

. Les frais de reproduction correspondent aux traitements pour synchronisation des chaleurs et aux inséminations artificielles.

. L'évaluation des aliments concentrés est faite en considérant les céréales produites sur l'exploitation.

. Les frais de commercialisation sont proportionnels au montant des ventes des génisses sur l'exploitation.

. Il n'a pas été pris en compte d'assurance mortalité du bétail. Les mortalités effectives (2 génisses à l'achat en 1979, 3e essai) ont été affectées en charge l'année où elles se sont produites, *au prorata* des effectifs.

*** Charges relatives à la surface fourragère**

Celles-ci découlent des surfaces mises en jeu pour chaque troupeau au sein de chaque lot.

Les surfaces pâturées en zone de marais correspondent aux résultats expérimentaux. La surface pour le troupeau avec vêlage comprend la quote part nécessaire au taureau. Les surfaces pâturées en 1ère saison correspondent à la surface moyenne par tête des 3 essais, car celle-ci représente mieux ce qu'il était nécessaire de mettre à la disposition des troupeaux (les légères fluctuations annuelles proviennent d'ajustement de « mise au point » et non des nécessités alimentaires). En revanche, pour la deuxième saison de pâturage, nous avons conservé les surfaces mises en jeu chaque année, car elles reflètent directement les fluctuations liées aux conditions climatiques et à la plus ou moins grande rapidité de finition des animaux.

(1) Quelques génisses ont en réalité été achetées pleines et ont vêlé vers l'âge de 15 mois. Elles se retrouvent par nécessité dans le troupeau non sailli : cela s'est traduit par un poids de carcasse un peu plus faible. Dans le bilan, nous n'avons pas tenu compte de la valeur des veaux ainsi « récupérés » mais nous avons estimé les génisses avec les mêmes valeurs de poids et de prix que leurs homologues non vêlantes.

TABLEAU 11

Bilan technico-économique du 1er essai (1978-1979)

50 génisses achetées le 28/10/1977

1er système : 33 génisses dont 32 saillies et 25 vêlantes
2e système : 17 génisses non saillies

1) - ÉLÉMENTS DE PRODUCTION FOURRAGÈRE COMMUNS AUX DEUX SYSTÈMES

		M.S. récoltée par ha (kg)	M.S. consommée par ha (kg)	
Ray-grass italien exploité en 2 coupes d'ensilage	*1ère coupe*	6 200	5 150	
	2e coupe	4 600	3 800	
	Total			8 950
Ray-grass italien exploité en Ensilage puis en foin	*1ère coupe*	6 200	5 150	
	2e coupe	3 700	3 550	
	Total			8 700
Prairie naturelle exploitée en foin (coupe tardive)			6 700	

2) - BILAN ALIMENTAIRE PAR SYSTÈME

		1er système Troupeau	Par génisse	*2e système* Troupeau	Par génisse
a) - *Surface fourragère (ha)*					
R.G.I. : 2 coupes d'ensilage		4,57		2,22	
R.G.I. : 1 coupe d'ensilage + foin		4,08		2,09	
Prairie naturelle		1,00		0,50	
Total récolté		9,65	0,29	4,81	0,28
Pâturage 1ère année		7,72		3,81	
2e année		7,63		3,93	
Total pâturage		15,35	0,47	7,74	0,46
TOTAL SURFACE RÉELLE		25,00	0,76	12,55	0,74
SURFACE CADASTRÉE		26,75	0,81	13,44	0,79
b) - *Fourrages consommés*					
	Ensilage (kg M.S.C.)	61 900	2 518	30 600	2 434
	Foin (kg M.S.C.)	21 200		10 800	
c) - *Aliments concentrés consommés (+ minéraux)*	Orge (kg brut)	4 220	131	2 176	128
	Tourteau (kg brut)	3 315	100	742	44

3) - PRODUITS PAR SYSTÈME

	1er système	Total (F)	/génisse (F)	*2e système*	Total (F)	/génisse (F)
	* ayant vêlé			* non saillies		
a) - *Ventes des génisses*	(25):291,9 kg x 14,20 = 4 143	140 256	4 250	(17):302,0 kg x 14,33 = 4 327,5	73 569	4 327
	* vides (8):308,9 kg x 14,84 = 4 585					
b) - *Veaux*	(26) x 734 F	19 100	579			
TOTAL VENTES		159 356	4 829		73 569	4 327
c) - *Achats (10/1977)*	(33) 279 kg x 9,91 = 2 764	- 91 207		(17): 275 kg x 9,91 = 2 724	- 46 312	
PRODUIT BOVIN		68 149	2 065		27 257	1 603

4) - RÉSULTATS ÉCONOMIQUES GLOBAUX

	1er système Total	Par génisse	Par ha cadastré	*2e système* Total	Par génisse	Par ha cadastré
PRODUIT BOVIN	68 149	2 065	2 548	27 257	1 603	2 028
CHARGES PROPORTIONNELLES *(1)*						
* Vétérinaire	3 590	109		1 422	84	
* Reproduction	4 228	128		0	-	
* Aliments concentrés	10 401	315	794	3 774	221	503
* Commercialisation	3 002	91		1 574	93	
* Frais de la S.F.P.	20 554	623	768	10 293	605	766
TOTAL	41 769	1 266	1 562	17 062	1 003	1 269
MARGE BOVINE FINALE	26 380	799	986	10 195	600	759
MARGE AVEC AIDES O.N.I.B.E.V. (prime forfaitaire + complément de prix) *(2)*	42 880	1 299	1 603	18 695	1 100	1 391

(1) Avec les éléments de prix suivants : Engrais (F/100 kg) : Ammonitrate 33,5 % : 85 ; Scories 18 % : 20 ; 0-20-20 : 92 Concentrés (F/kg brut): Orge : 0,65 ; Tourteau d'arachide : 1,35 ; Par ha de surface fourragère (F/ha) : RGI 2 ensilages : 1 316 ; RGI ensilage + foin : 1 196 ; PN fannée : 295 ; pâturage 1ère année (150 N/ha) : 610 ; Pâturage 2e année (150 N/ha) : 610.

(2) Prime forfaitaire : 200 F par génisse. Complément de prix : 300 F par génisse (environ 1 F par kg de carcasse).

TABLEAU 12

Bilan technico-économique du 2ème essai (1979-1980)

50 génisses achetées le 17/10/1979

1er système : 33 génisses, toutes saillies et 25 vêlantes
2e système : 17 génisses non saillies

1) - ÉLÉMENTS DE PRODUCTION FOURRAGÈRE COMMUNS AUX DEUX SYSTÈMES

		M.S. récoltée par ha (kg)	M.S. consommée par ha (kg)	
Ray-grass italien exploité en 2 coupes d'ensilage	*1ère coupe*	5 800	4 470	
	2e coupe	3 500	2 700	
puis en foin (3e coupe)	*3e coupe*	1 500	1 425	
	Total			8 595
Ray-grass italien exploité en ensilage puis en foin	*1ère coupe*	6 200	4 775	
	2e coupe	1 500	1 425	
	Total			6 200
Prairie naturelle exploitée en foin, coupe tardive				6 650

2) - BILAN ALIMENTAIRE PAR SYSTÈME

		1er système			*2e système*		
		Troupeau		Par génisse	Troupeau		Par génisse
a) - *Surface fourragère (ha)*							
R.G.I. : 2 coupes ensilées + foin		5,70			2,57		
R.G.I. : 1 coupe d'ensilage + foin		4,57			2,55		
Prairie naturelle		1,00			0,50		
Total récolté			11,27	0,34		5,62	0,33
Pâturage 1ère année		7,72			3,81		
2e année		8,86			4,03		
Total pâturage			16,58	0,50		7,84	0,46
TOTAL SURFACE RÉELLE			27,85	0,84		13,46	0,79
SURFACE CADASTRÉE			29,81	0,90		14,40	0,85
b) - *Fourrages consommés*							
	Ensilage (kg M.S.C.)	62 600		2 543	30 600		2 425
	Foin (kg M.S.C.)	21 300			10 600		
c) - *Aliments concentrés consommés* (+ minéraux)	Orge (kg brut)	2 890		88	1 530		90
	Tourteau (kg brut)	2 250		77	595		35

3) - PRODUITS PAR SYSTÈME

	1er système			*2e système*		
	* Ayant vêlé	Total	par génisse	* Non saillies	Total	par génisse
a) - *Ventes des génisses*	(21):296,2 kg x 15,13 = 4 481 (4) : "maigres" 4 000			(14):307,2 kg x 15,20 = 4 670 (3) : "maigres" 4 000	77 380	4 552
	* Vides (7):307,3 kg x 15,05 = 4 623 (1) : "maigre" 4 000	146 480	4 439			
b) - *Veaux*	(24) x 754 F	18 100	548			
TOTAL VENTES		164 580	4 987		77 380	4 552
c) - *Achats (10/1978)*	(33): 286 kg x 10 = 2 861	94 413		(17) : 288,8 kg x 10 = 2 889	49 113	
PRODUIT BOVIN		70 167	2 126		28 267	1 663

4) - RÉSULTATS ÉCONOMIQUES GLOBAUX

	1er système			*2e système*		
	Total	Par génisse	Par ha cadastré	Total	Par génisse	Par ha cadastré
PRODUIT BOVIN	70 167	2 126	2 354	28 267	1 663	1 963
CHARGES PROPORTIONNELLES *(1)*						
* Vétérinaire	3 459	105		1 282	76	
* Reproduction	3 266	99	599	0		413
* Aliments concentrés	8 199	248		3 116	183	
* Frais de commercialisation	2 930	89		1 548	91	
* Frais de la S.F.P.	26 135	792	877	12 816	754	890
TOTAL	43 988	1 333	1 476	18 762	1 104	1 303
MARGE BOVINE FINALE	26 179	793	878	9 505	559	660
MARGE AVEC AIDES O.N.I.B.E.V. (prime forfaitaire) *(2)*	33 179	1 005	1 113	13 005	765	903

(1) Avec les éléments de prix suivants : Engrais (F/100 kg) ; Ammonitrate 33,5 % : 1,05 ; Scories 18 % : 21 ; 0-20-20 : 1,00. Concentrés (F/kg brut) : orge : 0,80 ; tourteau de soja : 1,56. Par hectare de surface fourragère (F/ha) : RGI 2 ensilages + foin : 1 610 ; RGI ensilage + foin : 1 410 ; PN fannée : 367 ; pâturage 1ère année (150 N/kg) : 525 ; pâturage 2e année (200 N/ha) : 682.

(2) Prime structurelle pour gros bovin sous contrat au-delà de 18 mois + prime conjoncturelle 1980 = 250 F/tête vendue en boucherie.

TABLEAU 13

Bilan technico-économique du 3ème essai (1980-1981)

50 génisses achetées le 29/10/1979
2 pertes quelques jours après l'arrivée

1er système : 32 génisses, toutes saillies et 25 vêlantes
2e système : 16 génisses non saillies.

1) - ÉLÉMENTS DE PRODUCTION FOURRAGÈRE COMMUNS AUX DEUX SYSTÈMES

		M.S. récoltée par ha (kg)	M.S. consommée par ha (kg)	
Ray-grass italien exploité en 2 coupes d'ensilage	*1ère coupe*	4 450	3 650	
	2e coupe	3 200	2 620	
	Total			6 270
Ray-grass italien exploité en ensilage puis en foin	*1ère coupe*	4 450	3 650	
	2e coupe	2 560	2 460	
	Total			6 110
Prairie naturelle exploitée en foin (coupe tardive)				6 700

2) - BILAN ALIMENTAIRE PAR SYSTÈME

		1er système		*2e système*	
		Troupeau	Par génisse	Troupeau	Par génisse
a) - *Surface fourragère (ha)*					
R.G.I. : 2 coupes d'ensilage		7,60		3,81	
R.G.I. : 1 coupe d'ensilage + foin		4,72		2,04	
Prairie naturelle		1,00		0,50	
Total récolté		13,32	0,42	6,35	0,40
Pâturage 1ère année		7,49		3,59	
2e année		9,02		4,51	
Total pâturage		16,51	0,52	8,10	0,51
TOTAL SURFACE RÉELLE		29,83	0,94	14,45	0,91
SURFACE CADASTRÉE		31,92	1,00	15,46	0,97
b) - *Fourrages consommés*	Ensilage (kg M.S.C.)	64 900	2 600	31 300	2 482
	Foin (kg M.S.C.)	18 300		8 400	
c) - *Aliments concentrés consommés* (+ minéraux)	Orge (kg brut)	2 620	82	1 600	100
	Tourteau (kg brut)	2 580	81	420	26

3) - PRODUITS PAR SYSTÈME

	1er système	Total	par génisse	*2e système*	Total	par génisse
a) - *Ventes des génisses*	* Ayant vêlé			* Non saillies		
	(22):313,4 kg x 17,49 = 5 481			(15):320,9 kg x 17,24 = 5 531		
	(3): "maigres" 4 500	172 493	5 390	(1): "maigre" 4 500	87 458	5 466
	* Vides					
	(7):312,0 kg x 17,59 = 5 488					
b) - *Veaux*	(22): x 732 F	16 110	504			
TOTAL VENTES		188 603	5 894		87 458	5 466
c) - *Achats (10/1979)*	(32):284 kg x 10,25 = 2 911,70	-93 176		(16):294 kg x 10,25 = 3 014,30	-48 228	
PRODUIT BOVIN		95 427	2 982		39 230	2 452

4) - RÉSULTATS ECONOMIQUES GLOBAUX

	1er système			*2e système*		
	Total	Par génisse	Par ha cadastré	Total	Par génisse	Par ha cadastré
PRODUIT BOVIN	95 427	2 982	2 990	39 230	2 452	2 537
CHARGES PROPORTIONNELLES *(1)*						
* Vétérinaire	6 953	217		2 784	174	
* Reproduction	3 661	115		0		
* Incidence Mortalité (4 %)	3 923	123	879	1 962	123	656
* Aliments concentrés	8 936	279		3 073	192	
* Frais de commercialisation	4 588	143		2 326	146	
* Frais de la S.F.P.	31 140	973	976	14 982	936	969
TOTAL	59 202	1 850	1 855	25 128	1 571	1 625
MARGE BOVINE FINALE	36 225	1 132	1 135	14 102	881	912
MARGE AVEC AIDES O.N.I.B.E.V. (primes forfaitaires) *(2)*	42 025	1 313	1 317	17 102	1 069	1 106

(1) Avec les éléments de prix suivants : Engrais (F/100 kg) ; Ammonitrate 33,5 % : 1,25 ; Scories 18 % : 22 ; 0-20-20 : 1,10
Concentrés (F/kg brut) : Orge : 0,85 ; Tourteau de soja : 1,77.
Par hectare de surface fourragère (F/ha) : RGI : 2 coupes d'ensilages : 1752 ; RGI : 1 coupe d'ensilage + foin : 1 637 ;
P.N. fannée : 430 ; pâturage 1ère année (150 N/ha) : 642 ; Pâturage 2e année (150 N/ha) : 642.

(2) Prime structurelle pour gros bovin sous contrat au-delà de 18 mois + prime conjoncturelle 1981 = 200 F par tête vendue en boucherie.

Les fourrages conservés proviennent de prairies naturelles et surtout de ray-grass italiens. Ceux-ci implantés à la fois en zone de marais et en « terre haute », sont semés à l'automne et conservés 2 ans ; ils sont généralement exploités par deux coupes d'ensilage (avec parfois une 3e coupe en foin) ou une coupe d'ensilage avec regains en foin.

Du fait de la présence d'autres bovins sur le domaine, il a fallu « reconstituer » les surfaces nécessaires aux deux troupeaux expérimentaux. Elles ont été déterminées à partir de l'ensemble des quantités consommées et des rendements fourragers. Ceux-ci ont été mesurés pour chaque parcelle en fonction de chaque mode d'exploitation, sous forme de matière sèche récoltée, mise en silo ou à la fenière. Un coefficient de « consommation » a été déterminé par type de fourrage en rapprochant les bilans alimentaires globaux et l'ensemble des stocks récoltés chaque année. Pour les foins, les coefficients ressortent à 96 p.100, 95 p.100 et 96 p.100 respectivement pour les 3 années de récolte 1978, 1979 et 1980 ; l'essentiel des pertes a lieu avant l'engrangement. Pour les ensilages d'herbe, les coefficients sont respectivement de 83 p.100, 77 p.100 et 82 p.100. Les taux de pertes correspondants pour les années 1978 et 1980 peuvent sans doute être considérés comme « normaux » pour des ensilages légèrement ressuyés sans conservateur et compte tenu des refus de consommation. Le taux plus élevé de 1979 s'explique par les conditions climatiques difficiles de l'année : les ensilages de 1ère coupe ont été faits partiellement sous la pluie ; ils ont été réalisés en 3 fois (15 mai, 30 mai et 15 juin) et donc en partie à des stades trop tardifs ; en revanche il a été possible de faire cette année là une 3e coupe en foin sur certaines parcelles, en bonne condition du fait de l'été sec.

Les charges proportionnelles de production fourragère correspondent à la fertilisation, aux frais d'implantation (semence et coût direct de traction) et aux coûts de récolte.

La fertilisation des ray-grass a été de 600 kg par ha d'engrais 0-20-20 à l'implantation pour les parcelles de « terres hautes » (rien pour les parcelles de marais riches en P-K) et de 180 N par ha et par an. Celle des prairies naturelles de fauche est de 50 N par ha et par an ; les prairies naturelles pâturées reçoivent 500 kg de scories 18 p.100 par ha tous les 2 ans et 150 ou 200 N selon les années. Les coûts de récolte ont été évalués sur la base des charges directes de l'exploitation (traction, remorques, bâche ou ficelle), avec dans le cas de l'ensilage une coupe effectuée à l'entreprise (chauffeur et machine). Ils ont été modulés en fonction des tonnages récoltés.

L'ensemble des coûts unitaires sont précisés pour chaque année au bas des tableaux récapitulatifs.

N.B. : Les superficies nécessaires aux animaux sont évaluées sur la base des surfaces «utiles» des parcelles. Mais s'y ajoute, dans le marais, une surface non négligeable occupée par les fossés de drainage, les bordures et les chemins. Nous avons estimé la surface «cadastrée» à 107 p.100 de la surface utile.

b) Résultats

Les résultats économiques sont globalement faibles pour les deux systèmes et ils sont légèrement plus élevés pour le système avec vêlage.

(1) que contrebalance partiellement un poids (3 kg) et un prix d'achat (30 F) très légèrement plus faibles. On a ainsi :
Ecart de produit brut (484 F) : supplément de veau (543 F) - prix de vente plus faible des génisses (89 F) + prix d'achat plus faible (30 F).

- *Comparaison des deux systèmes*

Le produit brut est légèrement plus élevé dans le système avec vêlage, 463 F par génisse les deux premières années (ventes en 1979 et 1980), soit + 38 p.100 environ, et 530 F la 3e année (vente en 1981) (+ 22 p.100). Les écarts de produit par hectare sont légèrement inférieurs puisque le chargement en génisse est un peu plus faible dans le système avec vêlage (3 à 4 p.100, essentiellement du fait de la présence supplémentaire du taureau). En moyenne sur 3 ans, le gain représente 485 F par génisse (en francs courants), le supplément de veau produit (543 F par génisse) étant en partie réduit par une valorisation plus faible des génisses (- 89 F) (1). Celle-ci résulte de carcasses plus légères (8 kg de moins), car le classement moyen abattoir est le même sur l'ensemble des 3 années pour les deux systèmes (25 p.100 de R et 75 p.100 de 0) - et si les prix de vente au kilo sont très légèrement supérieurs pour le lot avec vêlage cela provient des ventes un peu plus tardives (fig. 4).

Mais plus de la moitié du supplément de produit brut est absorbé par les charges supplémentaires entraînées par la reproduction et le vêlage, et le supplément d'aliments concentrés nécessaires.

Ainsi, le supplément de marge brute se réduit à 200-250 F par génisse ou par hectare, selon les années. Cela correspond à 330-340 F environ en francs 1984. D'une façon générale, *le gain de marge représente environ la valeur de 14 à 15 kg de carcasse supplémentaire* par génisse engagée dans le système. Les charges de structure peuvent être considérées comme très peu différentes entre les deux systèmes et ce gain de marge est très proche du gain de revenu.

La seule contrepartie réelle de ce gain est le travail supplémentaire nécessaire pour réaliser la reproduction et surtout les vêlages et les soins aux veaux dans les premiers jours, avant la vente. L'intérêt de l'opération dépendra donc beaucoup de la disponibilité en main-d'œuvre à l'époque des vêlages, et des autres ressources possibles. Il appartient aux éleveurs eux-mêmes de l'apprécier.

Le gain qui ressort ici apparaît plus élevé que celui que nous avons déterminé pour la pratique de ce système dans le cadre d'un troupeau complet de vaches Salers allaitantes exploitées en croisement charolais (LIENARD et BERANGER, 1977). La principale raison du plus faible intérêt dans ce dernier cas provient de ce que, à chargement constant, les génisses de boucherie vêlant à 2 ans tendent à se substituer aux vaches elles-mêmes, sur le plan du logement, de l'alimentation, des capitaux et surtout du travail.

Cependant, le gain déterminé dans le cadre de cette expérimentation est sans doute maximum, car les résultats zootechniques ont été excellents. La productivité numérique est de 74 p.100 grâce à un taux de gestation de 78 p.100, une prolificité de 110 p.100... et surtout une mortalité des veaux très faible (13 p.100 et 10 p.100 si on fait abstraction des jumeaux). Or, la mortalité des veaux est la principale cause d'échec économique à craindre. Il faut rappeler que si la faible mortalité enregistrée est en partie la conséquence du choix de taureaux adaptés, elle résulte aussi de la *surveillance très grande* qui a été apportée au troupeau au moment des vêlages : toutes les mises-bas ont été surveillées, de nuit comme de jour ; les 2/3 des vêlages ont d'ailleurs requis une assistance. Le doublement de la mortalité des

veaux réduirait le gain par génisse de 30 à 35 p.100. En outre, les *pertes de génisses* ont été très réduites : 2 mortalités seulement à l'arrivée pour 150 achats (1,3 p.100) et aucune perte ni même accident n'ont eu lieu par la suite.

- *Résultats généraux*

Les bonnes performances zootechniques font ressortir davantage la faiblesse générale des résultats économiques obtenus dans l'ensemble, pour les 3 campagnes.

Les marges brutes sont variables d'une année à l'autre à la fois selon les résultats techniques et selon la conjoncture.

Sans les aides ONIBEV, les meilleures marges par génisse ont été obtenues pour la 3e série (1 500 F actualisés 1984 pour le système avec vêlage) : la conjoncture est la plus favorable en 1981, après deux années très difficiles et le rapport prix de vente (au kilo de carcasse) / prix d'achat (au kilo vif) est maximum (1,70 contre 1,43 et 1,50 pour les deux autres séries) ; en outre, les poids de carcasse ont été les plus élevés dans les deux systèmes (313 et 320 kg net) ; en revanche, le chargement est faible cette année-là (environ 1 génisse de 9 à 30 mois par hectare), un peu du fait du pâturage, essentiellement du fait des faibles rendements en fourrages récoltés en 1980 (printemps très sec) et la marge par hectare (1 500 francs 1984) est inférieure à celle obtenue par la première série (près de 1 700 F 1984, grâce à un chargement nettement meilleur, 1,25 génisse par ha). La plus mauvaise année correspond à la 2e série (1 200 F de marge actualisée par génisse et 1 300 F par ha), par suite du cumul de performances moyennes avec des prix de vente médiocres, d'une hausse du prix des facteurs de production et d'une pluviométrie de printemps (1979) qui a accru les coûts de récolte et les pertes en matière sèche en ensilage.

Les aides ONIBEV ont une influence considérable. En 1ère année, elles accroissent la marge des deux tiers. Mais elles se réduisent progressivement et en 3e année, elles n'améliorent les marges que de 16 à 20 p.100, de telle sorte que pour le système avec vêlage, par exemple, la marge avec les aides par génisse n'est que de 1 750 F actualisé contre 2 700 F en 1ère année.

Plus généralement, et pour le système avec vêlage, qui est le plus favorable, la marge par génisse représente l'équivalent de la valeur de 50 à 65 kg de carcasse sans les aides ONIBEV (et 60 à 90 kg avec les aides) ; la marge par hectare cadastré représente 60 à 70 kg de carcasse sans les aides (et 75 à 100 kg avec les aides). Mais ces résultats économiques sont très dépendants des conditions du domaine expérimental.

En effet, ces marges décevantes résultent autant du niveau élevé des charges que de la faiblesse du produit. Notamment les frais de la surface fourragère sont élevés et correspondent à une production menée intensivement (fertilisation assez forte, récolte par ensilage, part importante de cultures fourragères à rotation rapide) alors que le chargement obtenu (1,20 à 1,50 UGB par ha SFP) est relativement faible, conséquence des *conditions pédoclimatiques très sévères* de la zone où se trouve le Domaine. Les marges obtenues dans ces conditions ne couvrent pas les charges de structure. Les frais financiers d'un emprunt éventuellement fait pour acheter les génisses absorberaient 40 à 45 p.100 de la marge. En outre, les charges foncières sont particulièrement lourdes dans le Marais. A titre indicatif, les fermages des parcelles du Domaine sont basés sur le lait (550 litres par hectare soit 622 F par hectare en 1980 - année moyenne de la 3e série et 820 F pour 1983) ; à cela s'ajoutent la part cadastrale des Allocations Familiales et Vieillesses (A.F.V.) et la part d'impôt foncier à payer par le preneur (le total des deux représente 173 F par hectare en 1980, et 232 F en 1983).

Discussion - Conclusion

Sur un plan zootechnique cette expérience a permis de montrer qu'à partir de génisses croisées pesant 280 kg au sevrage (à 8-9 mois), il était possible de produire, en 19 mois, des carcasses de 310 kg essentiellement à partir d'herbe pâturée ou ensilée ; le rythme de croissance moyen se situant vers 500 g / j.

Dans les conditions climatiques du marais rochefortais ces performances ont pu être obtenues même en maintenant les animaux au pâturage, sans abri durant la période estivale, dès lors qu'ils ont eu accès à une réserve d'ensilage en libre service et à un point d'eau. Toutefois les croissances ont été plus sensibles aux variations climatiques qu'en stabulation libre pendant cette période.

L'insémination artificielle d'une partie des génisses à 14-15 mois, au poids moyen de 375 kg, après traitement hormonal de maîtrise de l'œstrus, a permis un taux de gestation de 40 p.100, légèrement plus élevé que celui observé par M. PETIT (1975) sur des génisses de même génotype et de poids voisin (36,9 p.100 à 384 kg). Ce taux a été semblable à ceux observés (38 à 44 p.100) par MENISSIER *et al.* (1974) avec des génisses de race à viande Charolaises, Limousines et Maine Anjou un peu plus lourdes (384 à 426 kg).

Le taux global de gestation (77 p.100) - après qu'un à deux retours aient été assurés par un taureau - a été identique à celui obtenu en moyenne par M. PETIT (1975) sur un ensemble de génisses Charolaises, Salers et Charolais × Salers pesant 375 kg à l'œstrus induit. Il a été supérieur à la valeur obtenue (65,8 p.100) par cet auteur pour des génisses ne pesant que 351 kg. Il confirme la nécessité de permettre aux génisses d'atteindre 370-380 kg à l'œstrus induit pour obtenir un taux de gestation supérieur ou égal à 75 p.100.

La mortalité des veaux durant les 2 premières semaines (13,3 p.100) a été inférieure à celle observée (19,4 p.100) par BOUCQUE *et al.* (1980) en race Pie Rouge Belge inséminée en charolais et vêlant à 2 ans et à celle obtenue par COLEOU *et al.* (1974) en race normande mais vêlant à 19 mois : 14,3 p.100 de mortalité périnatale et 28,6 p.100 de mortalité totale avant 3 mois.

Le vêlage à 2 ans, suivi d'une finition au pâturage après tarissement 10 jours après vêlage, n'a pas permis toutefois aux animaux de réaliser des performances zootechniques aussi importantes que celles des nullipares et ceci d'autant moins que les conditions climatiques ont été plus sévères. Ces résultats rejoignent ceux d'autres auteurs obtenus dans de meilleures conditions d'alimentation (COLEOU *et al.*, 1974 ; PETIT, 1975 ; BONNEMAIRE *et al.*, 1984). Dans les conditions de cette expérience, le vêlage à 2 ans s'est traduit par 10 kg de carcasse en moins obtenus en moyenne 2 semaines plus tard, par une consommation hivernale supplémentaire de 80 à 90 UF soit l'équivalent de 80 à 90 kg d'orge.

L'effet légèrement défavorable de la mise bas sur la conformation des carcasses, signalé par BOUCQUE *et al.* (1980) et BONNEMAIRE *et al.* (1984) ne s'est manifesté qu'au niveau de l'indice de compacité des carcasses mais de façon non significative. En revanche, contrairement à ces derniers auteurs et en accord avec PETIT et MALTERRE (1971) et BOUCQUE *et al.* (1980), les carcasses des animaux ayant vêlé comportaient un peu plus de muscles et un peu moins de gras. Elles étaient toutefois plus légères.

Ces moindres performances induites par le vêlage à 2 ans ont cependant été plus que compensées par la valeur des veaux. Dans les conditions de cet essai, le supplément de marge brute par génisse permis par le vêlage, a ainsi représenté l'équivalent de la valeur de 15 kg de carcasse environ.

Même s'il faut rappeler les limites des résultats économiques qui peuvent être directement tirés d'essais, ceux que nous avons établis pour cette expérimentation pluriannuelle montrent certains problèmes ; ils sont globalement peu favorables. Ils témoignent de la grande difficulté que rencontre la mise en valeur du marais, d'autant plus apparente que les 3 années d'expérimentation ont connu une sécheresse estivale sévère, réduisant la période de pâturage à la durée du printemps soit une centaine de jours.

L'expérimentation entreprise n'en conserve pas moins sa valeur de référence. Si les résultats ne permettent pas de conseiller aux éleveurs de la zone de s'orienter vers ce type de production du moins avec le système fourrager utilisé relativement coûteux, ils peuvent intéresser aussi les éleveurs d'autres régions. Comme nous l'avons déjà noté, les bilans matière détaillés présentés et la démarche utilisée permettent aux techniciens et aux éleveurs de resituer l'intérêt de ce système de production dans leur situation agronomique et fourragère propre, qui a toute chance d'être plus favorable. Sur un plan général cependant, on constate encore les difficultés qu'il y a d'assurer à la production de viande une rentabilité satisfaisante. Rappelons aussi que les poids de carcasse obtenus l'ont été sans emploi d'anabolisant, sans que cela se traduise par une réelle contrepartie économique (prix de vente). En outre, la rentabilité pourrait être améliorée chez certains éleveurs par l'obtention de rapports de prix plus favorables que les nôtres, notamment à la vente ; en effet les prélèvements réalisés sur la carcasse pour l'estimation de leur composition ont pu s'accompagner d'une certaine pénalisation commerciale. Enfin, le changement dans le système des aides qui est survenu en cours d'expérimentaiton, et qui ne favorise pas ce type de production dépassant 26 mois, a modifié assez sensiblement les conditions initiales de son intérêt.

Références bibliographiques

BONNEMAIRE J., DUMONT R., ROUX M., TEISSIER JH., 1984. Production de viande bovine à partir de jeunes femelles Frisonnes et Charolais × Frison intérêt d'un vêlage très précoce. *Bull. tech. CRZV de Theix, INRA* (in press).

BOUCQUE CH.V.,FIEMS L.O., COTTYN B.G., BUYSSE F.X., 1980. Beef production with maiden and once calved heifers. *Livest. Prod. Sci.*, **7**, 121-133.

COLEOU J.,LOSSOUARN J.,BITTEAU C.,PLAI C.,1974.Essai de vêlage très précoce de génisses en vue de la production de viande - Essai Vaux/Aure N° 50, programme USFGC-INAPG-ITCF.

LIENARD G., 1975. Aspects économiques du vêlage précoce dans les troupeaux de vaches allaitantes. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **22,** 16-29.

LIENARD G., BERANGER C., 1977. En zone herbagère intensive, quels types de production de viande choisir, jeunes bovins, taureaux, bœufs, génisses ? Aspects économiques. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **27,** 55-77.

MENISSIER F., 1974. L'aptitude au vêlage des races à viande françaises ; l'origine des difficultés de vêlage et leur amélioration génétique. *Bull. tech. CRZV Theix* - VI[èmes] Journées d'information, numéro spécial.

PETIT M., MALTERRE C., 1971. Vêlage à 2 ans de génisses destinées à la boucherie. in *Production de viande par les jeunes bovins* - Publié INRA SEI n° 46.

PETIT M., TRILLAT G., DUBROEUCQ H., SAUVAIRE A., 1973. Possibilité de faire vêler à 2 ans les génisses destinées à la boucherie. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **13,** 5-19.

PETIT M., 1975. Vêlage précoce dans les troupeaux de vaches allaitantes. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **22,** 5-15.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 51-57

L'enquête éco-pathologique continue :

3. Mise en évidence de facteurs de risque de l'infertilité en élevage bovin laitier

J. BARNOUIN*, P. PACCARD**, J.C. FAYET*, M. BROCHART*

* *Laboratoire d'Ecopathologie*
** *I.T.E.B. Theix*

Introduction

L'étendue des informations collectées dans l'enquête éco-pathologique continue - E.E.P.C. - (BARNOUIN et BROCHART, 1981) permet de comparer des groupes d'élevages sur un grand nombre de critères. Etant donné l'importance d'une bonne fertilité sur les résultats économiques des troupeaux bovins laitiers, il est nécessaire de mieux connaître les causes - diverses et complexes - qui sont en relation avec l'infertilité des vaches.

L'approche épidémiologique de la santé permet d'évaluer les facteurs de risque associés à une maladie et donc de mieux organiser une prévention efficace. En épidémiologie, *le facteur de risque* correspond à tout facteur relié de manière statistique à la fréquence d'une maladie et qui peut être en théorie contrôlé (lui-même ou ses effets propres) à l'aide d'un ensemble de techniques et de décisions (fig. 1).

A l'inverse, les facteurs non contrôlables (le sexe par exemple) et reliés à la maladie sont définis comme des *marqueurs de risque*. Dans un premier temps, l'épidémiologie cherche à préciser si le facteur ou le marqueur de risque a une relation directe, causale, avec la maladie. La preuve de la relation causale est ensuite donnée par une, ou plutôt des expérimentations contrôlées ; mais ces expérimentations - pour des raisons économiques ou éthiques - ne sont pas toujours possibles à mettre en œuvre : on ne pourra pas obliger par exemple un groupe de personnes à fumer jusqu'à ce qu'elles présentent des symptômes de bronchite chronique. Pourtant le tabagisme, à partir du résultat convergent de plusieurs enquêtes épidémiologiques est considéré aujourd'hui comme une des causes de la bronchite chronique ; en conséquence, les méthodes de prévention de la consommation excessive de tabac sont largement vulgarisées dans le public.

L'objectif des études que nous allons maintenant rapporter était de mettre en évidence des facteurs de risque - si possible nouveaux - de l'infertilité des troupeaux laitiers à l'aide du support méthodologique de l'E.E.P.C.

Matériel et méthodes

1. Le cadre de l'étude

28 élevages de vaches laitières pie-noires, comprenant entre 20 et 60 vaches, ont été suivis durant une période de 12 mois (juillet 1978 à juin 1979 - étude n°1 -) ou de 24 mois (juillet 1978 à juin 1980 - étude n°2 -) dans le département du Finistère.

Un ensemble d'observations cliniques et d'informations technico-économiques ont été collectées selon des méthodes déjà décrites (BARNOUIN, 1980 ; BARNOUIN *et al.*, 1983a).

Les caractéristiques retenues ont été analysées sous forme de comparaisons entre deux groupes d'élevages ; l'analyse statistique a porté soit sur des individus, soit sur des moyennes d'élevage et des tests classiques ont été appliqués (test "t", du χ^2, et test U lorsque la distribution n'était pas normale).

2. Les groupes d'élevages à bonne et à mauvaise fertilité

11 élevages à bonne fertilité (F+) se caractérisaient par un pourcentage inférieur à 20 de vaches nécessitant 3 inséminations ou plus sur chacune des 2 périodes consécutives de 12 mois.

Seules les vaches dont l'intervalle vêlage-1ère insémination (VI 1) était supérieur à 40 jours ont été prises en compte pour le calcul de la fertilité du troupeau, ceci afin d'éliminer un facteur de conduite déjà connu comme défavorable à la fertilité (CHAMPY, 1982).

10 élevages à mauvaise fertilité (F-) se caractérisaient par une proportion de plus de 20 p.100 de vaches qui ont nécessité 3 inséminations ou plus.

TABLEAU 1

Facteurs de différenciation des élevages à bonne et à mauvaise fertilité
- Vaches laitières, Finistère - E.E.P.C. -

	ELEVAGES A FERTILITE		
	BONNE	MAUVAISE	SIGNIFICATION
Nombre d'élevages	11	10	
Nombre de vaches	416	366	
REPRODUCTION			
Taux de réussite en 1ère insémination (%)	58,9	51,1	*
% de vaches à 3 inséminations ou plus (VI1 > 40 j)	11,4	25,6	* * *
% de vaches non fécondées 110 j après vêlage	23,1	33,7	* *
Ecart vêlage-insémination fécondante (jours)	89,1 ± 7,9	103,7 ± 11,5	* *
SYSTEME ALIMENTAIRE (pour chaque fourrage : durée de distribution du fourrage en % de la période)			
Ensilage d'herbe	2,3	13,1	* * *
Crucifères (choux + colza)	11,7	25,6	* * *
Betterave fraîche	2,7	15,5	* * *
Changement de fourrage (nombre sur la période)	5,45 ± 2,06	10,00 ± 2,00	* *
Distribution de concentrés (kg par vache et par an)	892 ± 114	658 ± 193	* *
MODE DE CONDUITE DES VACHES			
Stabulation entravée (% de vaches)	8,7	52,5	* * *
Stabulation libre paillée (% de vaches)	52,6	18,9	* * *
Stabulation libre à logettes (% de vaches)	38,7	28,6	* *
Déparasitage strongles digestifs (% de vaches)	15,1	58,5	* * *
Fréquence des vêlages de Février à Avril (% du nombre de vêlages sur la période)	26,1	35,4	* *
PRODUCTION LAITIERE [a]			
Production laitière (moyenne par vache et par an en kg à 4%)	5524 ± 687	4581 ± 888	*
Niveau de production au vêlage (en kg)	25,5 ± 1,9	22,0 ± 3,3	* *
Chute de production > 15 % sur les vaches à plus de 18 kg de lait (% de vaches)	17,5	21,3	*
ANALYSES BIOCHIMIQUES			
Pepsinogène (% vaches > 1000 mU TYR)	42,2	59,5	*
ANALYSES SEROLOGIQUES (% de vaches positives)			
Fasciola hepatica [c]	13,9	26,9	* *
ANALYSES COPROSCOPIQUES [b]			
% de prélèvements avec présence de larves, de strongles digestifs et (ou) de strongyloïdes	34,0	52,4	*
ANALYSES DE SOLS [d]			
Parcelles sur schistes (%)	68,4	42,9	*
Manganèse (p.p.m.)	30,9 ± 18,4	16,3 ± 7,8	*
PATHOLOGIE OBSERVEE (médiane des incidences en %)			
Mammite clinique	26,8	10,8	*
Trouble digestif	4,3	0	*
Ensemble des mammites, métrites et infections podales	60,0	24,6	* *

a : Pour le groupe à mauvaise fertilité, seuls 8 élevages ont été considérés, 2 n'étant pas au Contrôle Laitier.

b : 1 série d'analyses (9 vaches par élevage et par série)

c : 2 séries d'analyses (cf. *b* pour le nombre de vaches)

d : 1 série d'analyses sur 3 ou 4 parcelles de prairie artificielle par exploitation

*P < 0,05
**P < 0,01
***P < 0,001

Les 7 élevages ayant eu une variation de fertilité d'une période à l'autre n'ont pas été retenus dans l'étude.

3. Les prélèvements

Des prélèvements de sang et d'excrément ont été effectués sur un échantillon de 9 vaches par élevage et un ensemble d'analyses biochimiques, sérologiques et coproscopiques ont été mises en œuvre. Sur des prélèvements de sols, l'ensemble des analyses classiques ont par ailleurs été réalisées, les méthodes et les stratégies de prélèvement ayant été décrites par ailleurs (BARNOUIN *et al.*, 1983b).

Résultats - Discussion

1. Etude n°1 :

a) Les critères différenciant les élevages à bonne et à mauvaise fertilité

Le tableau 1 présente les résultats ayant permis de différencier les groupes F+ et F-. La fertilité des 2 groupes était évidemment différente, mais à l'inverse ceux-ci ne se différenciaient pas sur les critères de reproduction mettant en jeu l'action de l'éleveur (écart vêlage-1ère insémination, retard dû aux retours décalés) : ce n'était donc pas la « technicité » des éleveurs quant aux méthodes de reproduction qui différenciait les groupes d'élevages ; le taux d'utilisation d'un planning de reproduction était d'ailleurs identique dans les 2 groupes (59 p.100 des vaches du groupe F+ soit 6 troupeaux, contre 61 p.100 du groupe F- soit 6 troupeaux également, étaient suivies par l'intermédiaire d'un planning). Le système alimentaire était en revanche différent entre les groupes, celui du groupe F- étant plus varié, avec des changements alimentaires plus fréquents et une durée de distribution des « fourrages en vert » supérieure, ainsi qu'un recours moindre aux aliments concentrés (la durée de distribution d'ensilage de maïs et la durée de pâture de prairie artificielle n'étaient pas, à l'inverse, différentes).

L'étable entravée était le mode dominant de stabulation dans le groupe F-, les vêlages étant plus fréquents dans ce groupe en février-mars-avril.

La production laitière par vache et par an est plus faible dans le groupe à mauvaise fertilité, les chutes de production plus fréquentes et - une étude complémentaire l'a montré - le recours à l'insémination Holstein moins important et moins ancien (il a débuté en moyenne en 1978 dans le groupe F- et en 1975 dans le groupe F+).

Le parasitisme à grande douve, apprécié par sérologie, et à strongles gastriques, estimé par le pepsinogène plasmatique et la coproscopie, était plus important dans le groupe à mauvaise fertilité.

Seul le manganèse a différencié les sols des 2 groupes d'élevages : celui-ci était moins élevé dans le groupe F- où, par ailleurs, une plus faible proportion de parcelles prélevées avaient un sous-sol schisteux. Enfin, les pathologies observées qui différenciaient les 2 groupes étaient toutes plus fréquentes dans le groupe F+.

b) Les facteurs de risque de l'infertilité

A partir de la mise en évidence de ces différenciations, l'analyse épidémiologique aboutit à déterminer les facteurs que l'on suppose avoir un lien de cause à effet avec la maladie, ici l'infertilité. En effet, l'ensemble des différences entre les 2 groupes d'élevages aboutit à l'évidence à distinguer : un groupe plus productif, disposant de caractéristiques d'exploitation plus favorables et ayant entamé plus précocement un processus global d'intensification (F+) et un groupe à caractéristiques inverses des précédentes (F-). Ces éléments apparaissant liés entre eux, l'analyse des résultats doit ensuite permettre de dégager d'une part les

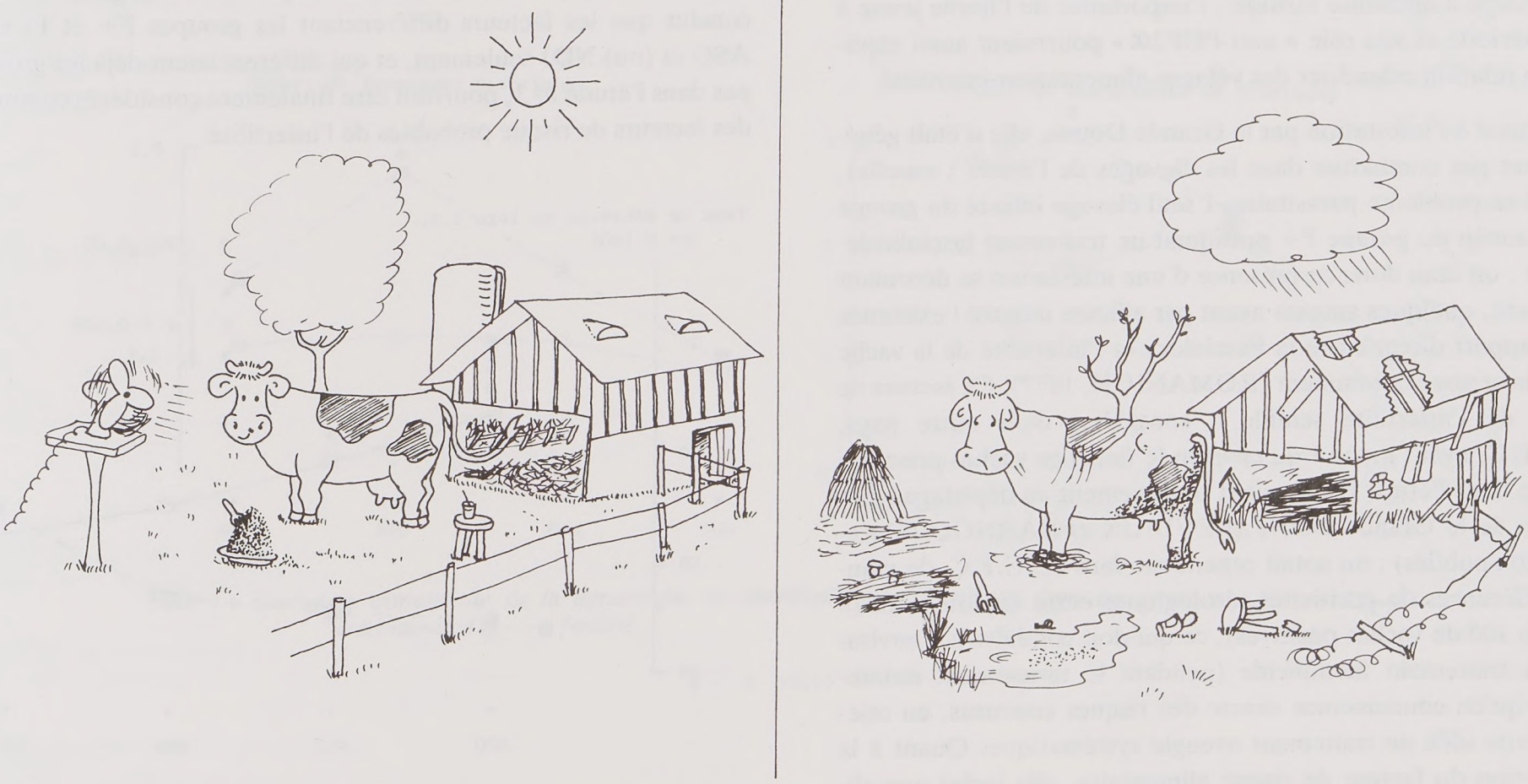


FIG. 1 : *Cherchez les facteurs de risque !*

facteurs pouvant être mis en rapport direct avec l'infertilité quoiqu'en apparence englobés dans un système d'exploitation (les « vrais » facteurs de risque), et d'autre part les facteurs reliés sur le plan statistique, mais associés sans relation de cause à effet avec la pathologie. BARNOUIN *et al.* (1983b) ont analysé l'ensemble des éléments amenant à dégager les facteurs de risque et l'on se reportera à cette publication si l'on désire suivre pas à pas le raisonnement ; celui-ci se base de manière générale sur la plausabilité biologique des hypothèses émises, sur la cohérence avec des résultats acquis par d'autres auteurs, ainsi que sur des études complémentaires destinées à apporter des éléments supplémentaires de jugement.

En définitive, les facteurs de risque originaux de l'infertilité qui ont été mis en évidence sont :

- le système alimentaire et le calendrier des vêlages ;
- l'infestation parasitaire par *Fasciola hepatica*.

Le système alimentaire à risque est un système composite comportant de nombreux changements de régime, largement dépendant de fourrages verts et d'ensilage d'herbe et comportant relativement peu de concentrés. Le rôle néfaste d'un tel régime sur la fertilité pourrait être expliqué par :

- la difficulté plus grande d'évaluation des apports (le rapport entre la fertilité et le respect de l'équilibre alimentaire énergie-azote est bien connu : BROCHART, 1974 ; PACCARD, 1974) ;
- les transitions alimentaires plus nombreuses et donc plus difficiles à mettre en jeu de manière optimale et régulière ;
- le déséquilibre entraîné par ce type de régime en acides gras précurseurs des prostanglandines, notamment PGF2 α , aboutissant à une baisse de synthèse de ces substances et à un blocage de l'ovulation (BAZIN *et al.*, 1977 ; ZIARI *et al.*, 1981) ;
- le calendrier des vêlages, avec une pointe de fréquence en février-mars-avril, au moment de la liaison fin de la période hivernale-début de la mise à l'herbe : cette période était en effet caractérisée par des changements alimentaires fréquents dans le seul groupe à mauvaise fertilité ; l'importance de l'herbe jeune à cette période et son rôle « anti-PGF2α » pourraient aussi expliquer la relation calendrier des vêlages-alimentation-infertilité.

Quant à l'infestation par la Grande Douve, elle n'était généralement pas combattue dans les élevages de l'étude ; en effet, malgré ce problème parasitaire, 1 seul élevage infesté du groupe F-, et aucun du groupe F+ pratiquait un traitement fasciolicide adapté ; on était donc en présence d'une infestation se déroulant librement, quelques auteurs ayant par ailleurs montré l'existence d'un rapport direct entre la Fasciolose et l'infertilité de la vache ou de la génisse notamment (ROMANIUK, 1977). Ce facteur de risque de l'infertilité semble à considérer dans notre pays, l'E.E.P.C. ayant montré qu'environ le tiers des vaches prises en compte dans l'étude réagissaient positivement au dépistage sérologique de la Grande Douve (LEVIEUX et BARNOUIN, travaux non publiés) ; on notait cependant dans l'E.E.P.C. de grandes différences de positivités sérologiques entre exploitations (0 à 100 p.100 de vaches positives), ce qui doit conduire à n'envisager un traitement fasciolicide (pendant le tarissement notamment) qu'en connaissance exacte des risques encourus, en rejetant toute idée de traitement aveugle systématique. Quant à la prévention du facteur de risque alimentaire, elle inclut une alimentation la plus régulière possible avec peu de changements de régime, des transitions douces et éventuellement des supplémentations, lors de régime comportant beaucoup de fourrages verts (ensilage d'herbe, colza, herbe jeune...) en fin de tarissement et début de lactation ; de telles supplémentations, non encore expérimentées, pourraient être constituées de précurseurs des prostanglandines distribués dans la ration.

2. Etude n° 2 :

a) L'analyse des séquences dans le temps

En épidémiologie, la mise en évidence de facteurs de risque associés à la cause de la maladie peut être effectuée à l'aide d'une analyse dans le temps : il s'agit alors d'étudier l'évolution temporelle de la maladie et en parallèle d'étudier l'évolution du facteur présumé de risque ; une concordance ou une discordance constatée à ce niveau peut donner des arguments solides sur la vraisemblance ou le peu de vraisemblance d'une association causale : si la maladie apparaît bien avant l'apparition du facteur de risque présumé, on pourra en effet considérer qu'il n'y a pas de relation causale entre facteur et maladie.

A partir des enseignements de l'étude n° 1, nous avons donc étudié l'évolution trimestielle de la fertilité moyenne sur les deux années, et en parallèle l'évolution trimestrielle de facteurs associés à la fertilité, pour certains supposés facteurs de risque, pour d'autres variables supposées sans lien de cause à effet.

b) Evolution de la fertilité dans le temps

Pour l'analyse de l'évolution trimestrielle de la fertilité, nous avons retenu le taux de réussite en 1ère insémination. Ce critère différencie bien les deux groupes (57,8 p.100 *VS* 49,5 p.100 ; $P < 0,005$) et il traduit de façon précoce les variations de fertilité sans décalage avec les variations des facteurs de risque, contrairement au pourcentage de vaches à 3 IA ou plus. La fertilité ainsi mesurée est supérieure pour le groupe F+ en août, septembre, octobre -ASO- ($P < 0,01$) et en novembre, décembre, janvier -NDJ- ($P < 0,05$) et n'est pas différente par ailleurs (fig. 2). On en conclut que les facteurs différenciant les groupes F+ et F- en ASO et (ou) NDJ seulement, et qui différenciaient déjà les groupes dans l'étude n° 1, pourront être finalement considérés comme des facteurs de risque probables de l'infertilité.

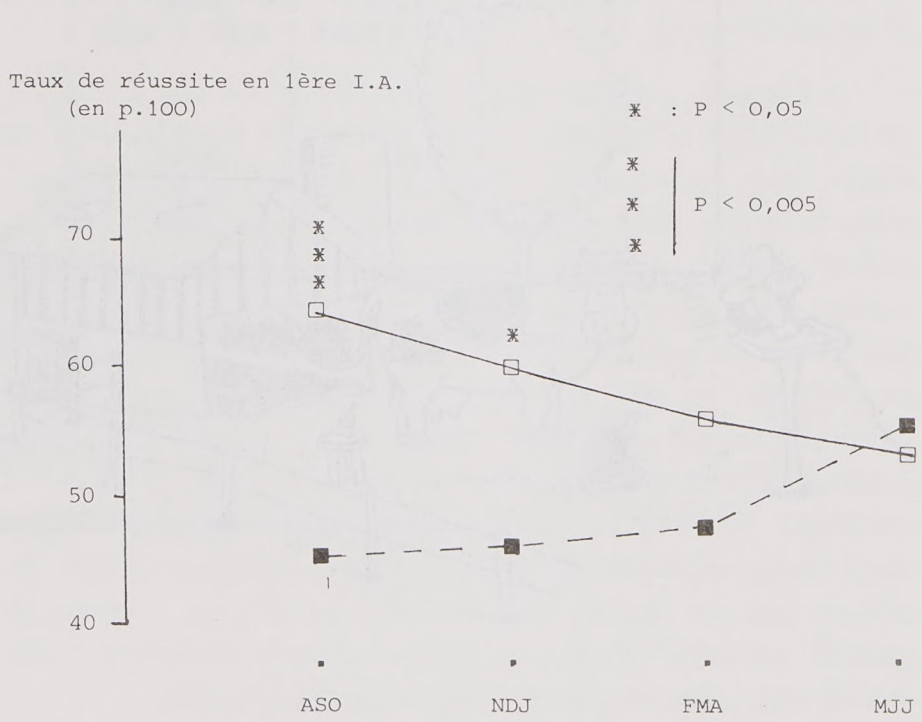


FIG. 2 : *Evolution par trimestre du taux de réusssite en 1ère insémination dans les groupes à bonne et à mauvaise fertilité.*

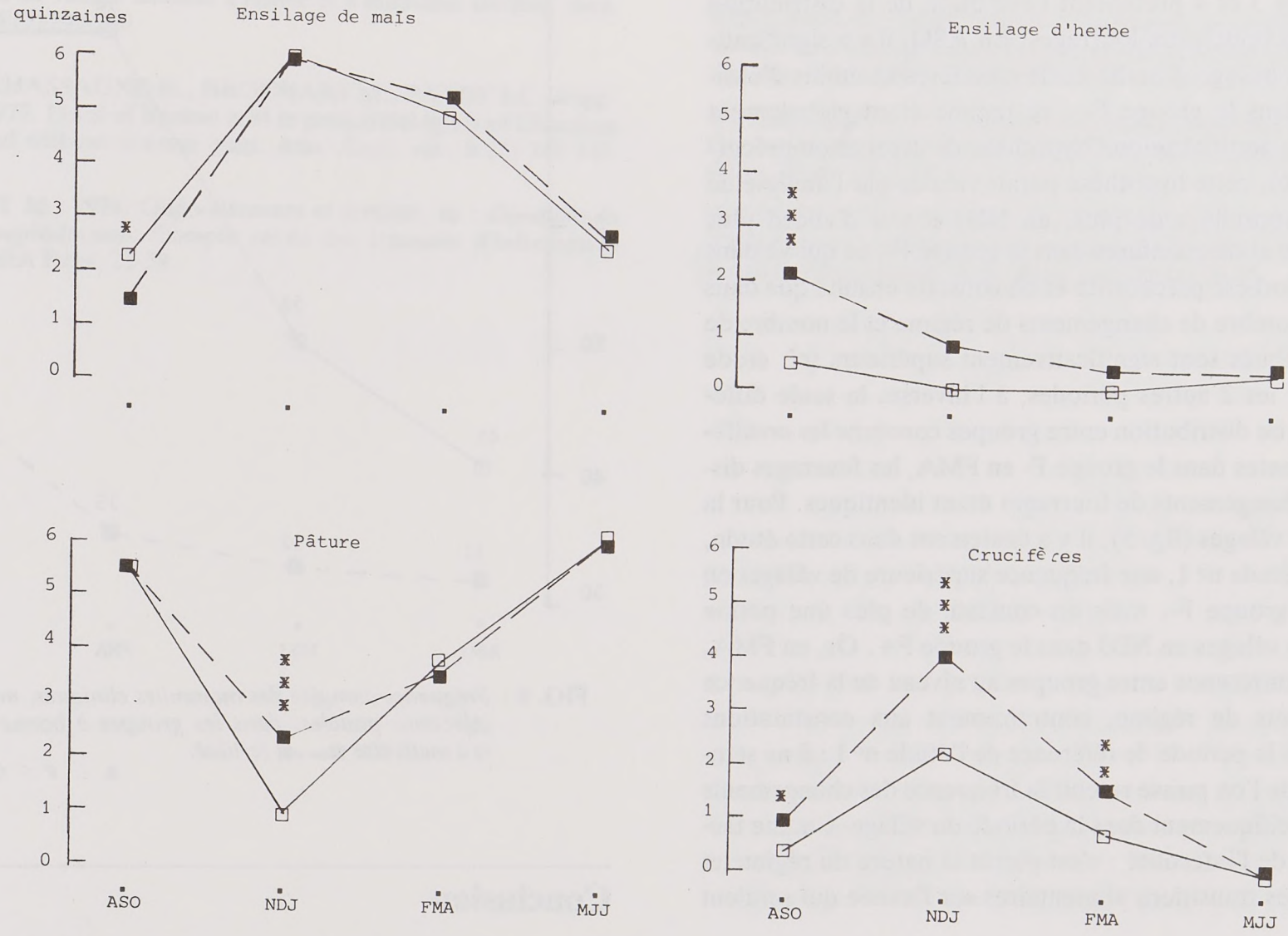


FIG. 3 : *Evolution trimestrielle de la durée de distribution des différents fourrages dans les groupes à bonne* ■—■ *et à mauvaise* ■---■ *fertilité.*

* : P < 0,05 ** | P < 0,01 *** | P < 0,005

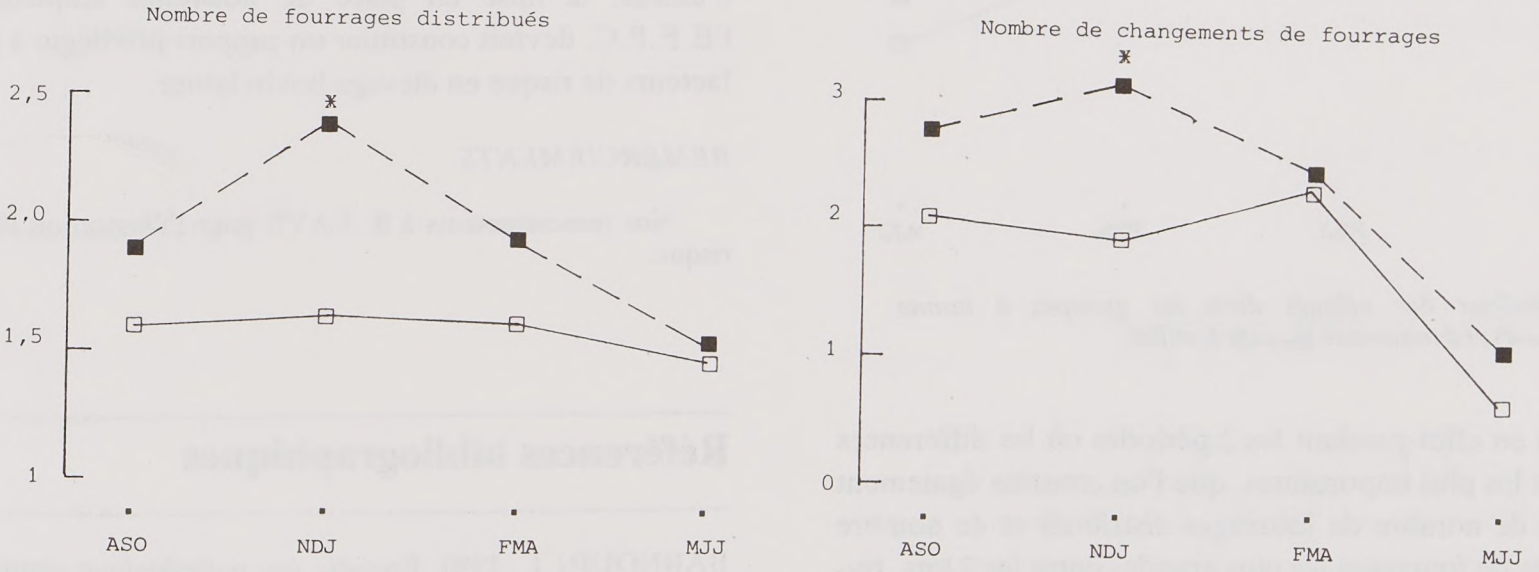


FIG. 4 : *Evolution trimestrielle de la dynamique de distribution des fourrages dans les groupes à bonne* ■—■ *et à mauvaise* ■---■ *fertilité.*

* : P <0,05

c) *Evolution dans le temps de facteurs associés*

Les figures 3 et 4 présentent l'évolution de la distribution trimestrielle des principaux fourrages. En ASO, il y a significativement plus d'ensilage d'herbe et de crucifères et moins d'ensilage de maïs dans le groupe F- : ce régime étant globalement défavorable à la fertilité selon l'hypothèse de carence en précurseurs de PGF2α, cette hypothèse paraît validée par l'analyse de l'évolution temporelle ; de plus, en NDJ il y a d'abord plus d'herbe pâturée et de crucifères dans le groupe F-, ce qui va dans le sens de l'hypothèse précédente et on constate ensuite que dans ce groupe le nombre de changements de régime et le nombre de fourrages distribués sont significativement supérieurs (cf. étude n° 1). Pendant les 2 autres périodes, à l'inverse, la seule différence de durée de distribution entre groupes concerne les crucifères, plus fréquentes dans le groupe F- en FMA, les fourrages distribués et les changements de fourrages étant identiques. Pour la répartition des vêlages (fig. 5), il y a également dans cette étude, comme dans l'étude n° 1, une fréquence supérieure de vêlages en FMA dans le groupe F-, mais on constate de plus une pointe significative de vêlages en NDJ dans le groupe F+. Or, en FMA, il n'y a pas de différence entre groupes au niveau de la fréquence des changements de régime, contrairement aux constatations effectuées dans la période de référence de l'étude n° 1 : il ne semble donc pas que l'on puisse retenir la fréquence des changements de régime, spécifiquement dans la période du vêlage, comme facteur de risque de l'infertilité ; c'est plutôt la nature du régime et la fréquence des transitions alimentaires sur l'année qui seraient en cause.

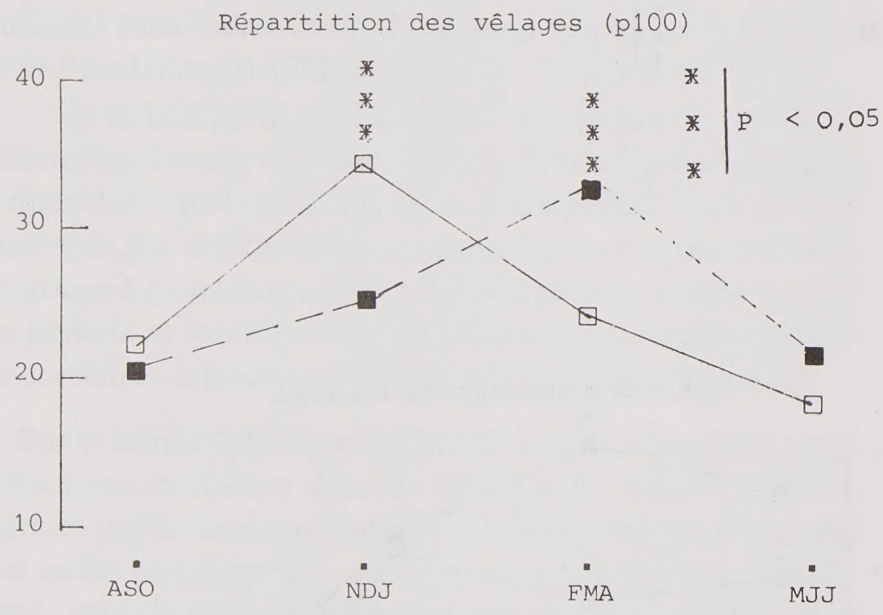


FIG. 5 : *Calendrier des vêlages dans les groupes à bonne* □—□ *et à mauvaise* ■---■ *fertilité.*

C'est bien en effet pendant les 2 périodes où les différences de fertilité sont les plus importantes que l'on constate également les différences de nombre de fourrages distribués et de nombre de changements de fourrages les plus grandes entre les 2 lots, traduisant une maîtrise différente de la ration.

Par ailleurs, au vu de l'analyse par trimestre, se confirme l'absence de lien direct entre l'infertilité et les « infections » (fig. 6), dont la fréquence n'est différente entre les groupes qu'à la période FMA, période pendant laquelle le taux de réussite en 1ère insémination ne différencie justement pas les élevages à bonne et à mauvaise fertilité.

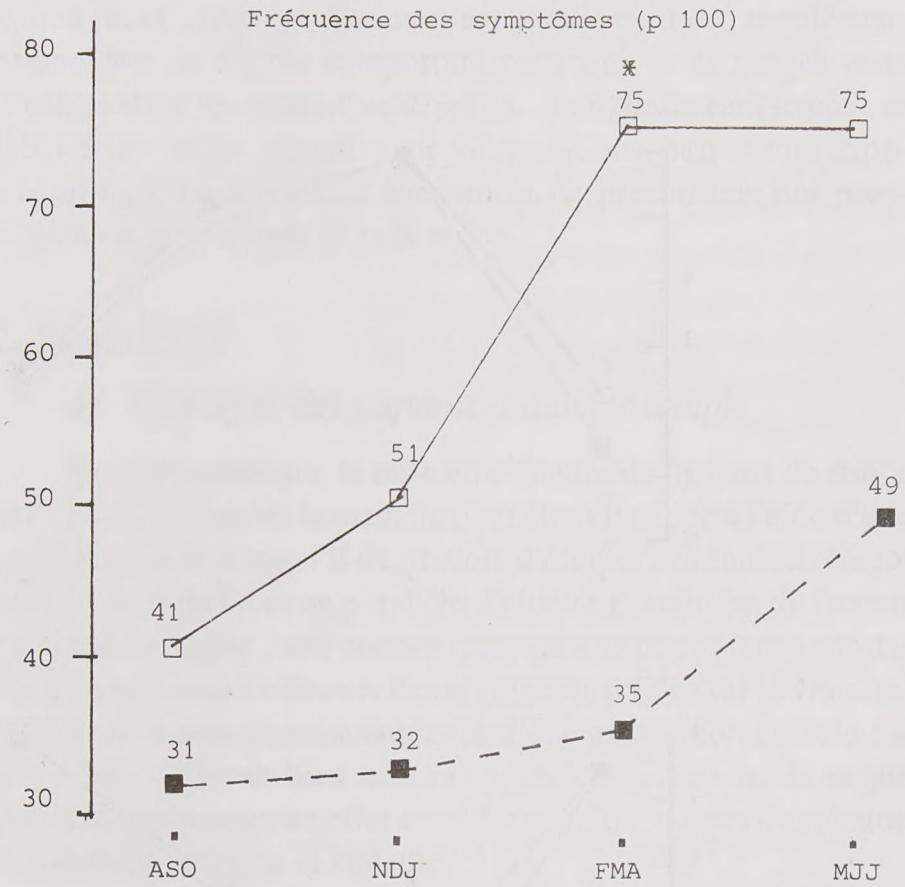


FIG. 6 : *Fréquence cumulée des mammites cliniques, métrites et infections podales, dans les groupes à bonne* □—□ *et à mauvaise* ■---■ *fertilité.*

* : P < 0,05

Conclusion

Le raisonnement épidémiologique, appliqué à des études effectuées dans le cadre de l'E.E.P.C., a permis de mettre en lumière des facteurs de risque de l'infertilité des troupeaux laitiers : d'une part la nature du régime et la fréquence des changements alimentaires (hormis l'aspect quantitatif non pris en compte dans cette étude) d'autre part l'infestation par la Grande Douve, semblent à prendre en compte dans la prévention de l'infertilité. Des études et des expérimentations complémentaires sont à réaliser pour affiner ces conclusions. A ce titre et à d'autres, la mise en place de nouvelles enquêtes issues de l'E.E.P.C. devrait constituer un support privilégié à l'analyse des facteurs de risque en élevage bovin laitier.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements à B. FAYE pour l'illustration des facteurs de risque.

Références bibliographiques

BARNOUIN J., 1980. Enquête éco-pathologique continue en élevages-observatoires chez les ruminants : objectifs et stratégie. *Ann. Rech. vet.*, **11** (4), 341-350.

BARNOUIN J., BROCHART M., 1981. L'enquête éco-pathologique continue. 1. Une nouvelle méthode de travail en pathologie chez les ruminants. *Bull. tech. CRZV Theix*, **46**, 11-14.

BARNOUIN J., FAYET J.C., BROCHART M., BOUVIER A., PACCARD P., 1983a. Enquête éco-pathologique continue. 1. Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. *Ann. Rech. vet.*, **14** (3) 243-249.

BARNOUIN J., PACCARD P., FAYET J.C., BROCHART M., BOUVIER A., 1983b. Enquête éco-pathologique continue. 2. Typologie d'élevages de vaches laitières à bonne et à mauvaise fertilité. *Ann. Rech. vét.*, **14** (3) 249-260.

BAZIN S., CHASSAGNE M., BROCHART M., FAYET J.C., PACCARD P., 1977. Level of linoleic acid in pericardial lipids of Charolais cows with and without ovarian cysts. *Ann. Rech. vét.*, **8** (3) 341-342.

BROCHART M., 1974. Oligo-éléments et fertilité, in : *Conduite du troupeau et reproduction.* Compte rendu des Journées d'information ITEB-UNCEIA Paris, 22-28.

CHAMPY R., 1982. Les résultats de reproduction du troupeau laitier. *Elev. Insémination,* **191,** 3-10.

PACCARD P., 1974. Aspects alimentaires qualitatifs et fertilité des bovins. In : *Conduite du troupeau et reproduction.* Compte rendu des Journées d'information ITEB-UNCEIA, Paris, 29-40.

ROMANIUK J., 1977. Relationship between chronic fasciolasis in cattle, or the experimental disease in rats, and fertility. *Zesz. nauk. Art Olszt. Weter.*, **8,** 3-49.

ZIARI M., CHASSAGNE M., BROCHART M., 1981. Possibilité d'une carence conditionnée en prostanglandines chez les vaches porteuses de kystes ovariens. *Ann. Rech. vét.*, **12** (1) 19-25.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 59-67

Les composantes de la qualité de la viande du tissu adipeux et des produits carnés*

J.P. GIRARD

Station de Recherches sur la Viande

Les Pouvoirs Publics ont décidé de mettre l'accent au cours de l'année 1984 sur la qualité des matières premières et des produits transformés au sein des différentes filières de notre industrie.

Le tissu adipeux (le gras), constitue avec le tissu musculaire (la viande), les matériaux de base de la filière viande.

Nous proposons trois définitions schématiques des qualités propres à chacun de ces tissus (schémas 1 et 2) et aux différents produits carnés (schéma 3). Pour ce faire nous classons en quatre rubriques les composantes de la qualité, en essayant ainsi de répondre aux préoccupations des transformateurs et des consommateurs, sans tenir compte toutefois de la qualité rapportée à la composition tissulaire des carcasses. Il convient de mentionner dans la rubrique aptitude à la transformation, que les viandes de porc ont plus particulièrement retenu notre attention. Eu égard à la complexité des problèmes présentés et pour alléger au maximum la présentation du texte, nous avons choisi de rapporter en vis à vis de chaque schéma des explications aussi succinctes que possible.

Le tissu musculaire (cf. schéma 1)

I . Les qualités organoleptiques

Ces qualités sont celles perçues par les sens.

1 . *L'aspect*

Cette qualité perçue par l'œil se subdivise en deux composantes : la couleur d'une part, le persillé et le marbré d'autre part.

a) La couleur

La couleur est liée principalement :

- à la quantité de pigment (myoglobine) ;
- à l'état chimique du pigment (formes oxydée, réduite, oxygénée) ;
- à l'état physique des autres composants de la viande.

Relativement au premier point l'espèce, la race, le sexe, l'âge, l'exercice etc... ont un rôle déterminant. L'état de fraîcheur de la coupe, la nature de l'atmosphère, la température d'entreposage, etc... sont les éléments qui conditionnent l'état chimique du pigment. Enfin, le pH est à relier au 3ème point ce qui explique les anomalies de couleur des viandes exsudative (P.S.E.) ou à coupe sombre (D.F.D.) (fig. 1).

La couleur de la viande cuite est liée à la dénaturation du pigment et à la formation de composés résultant de réactions chimiques, type Maillard en particulier, entre les composants de la viande.

b) « Le persillé » résulte de l'infiltration de gras dans le muscle (gras intramusculaire) (fig. 1) tandis que le gras déposé entre les muscles (gras intermusculaire) conditionne le « marbré ».

2 . *La flaveur*

Cette qualité perçue par le nez (odeur) et par la bouche (saveur), est principalement liée à la teneur et à la nature des lipides (gras) déposés dans le muscle, mais aussi à la présence des composés résultant de leur dégradation en cours de maturation ou de cuisson (acides gras libres, composés carbonylés), ou de l'interaction avec d'autres constituants en cours de cuisson.

3 . *La tendreté*

Le collagène, constituant essentiel du tissu conjonctif, et la structure myofibrillaire sont les deux éléments particulièrement déterminants de cette qualité. Schématiquement on peut considérer que dans la viande crue maturée, le collagène est l'agent principalement responsable de la dureté, tandis que dans la viande cuite, sous l'action de la chaleur, ce constituant est progressivement solubilisé, et que la résistance des myofibrilles augmente rapidement. Par suite, selon les conditions de chauffage, le manque de tendreté résulte soit du collagène insolubilisé soit de la résistance des myofibrilles, soit de la conjonction de ces deux effets.

* Une partie de ce texte a été publiée dans la Revue « *Filière Viande* », nº 64, 1984.

I - Qualités organoleptiques

1 - Aspect : couleur ; marbré, persillé

2 - Flaveur : saveur ; arôme

3 - Tendreté (fermeté, consistance)

4 - Jutosité (onctuosité)

II - Paramètres déterminant les aptitudes

1 - à la transformation
2 - à la conservation

pH, rétention d'eau

Teneur en collagène

Teneur en gras et nature des acides gras présents

Teneur en eau et activité de l'eau (a_w)

Potentiel redox

Potentiel lipolytique

etc...

QUALITES DE LA VIANDE

III - Facteurs nutritionnels

Teneur en protéines et composition en acides aminés indispensables

Teneur en gras et composition en acides gras essentiels

Teneur en hydrates de carbone

Teneur en vitamines

Teneur en substances minérales

Arôme et saveur qui interviennent sur digestibilité

Degré de cuisson ou degré de fermentation

Etat de division de l'aliment,

etc...

IV - Facteurs hygiéniques

1 - Microbiologiques : teneur en germes pathogènes
flore totale

2 - Toxicologiques :.traces de résidus (pesticides fongicides)
.traces de substances médicamenteuses (antibiotiques, hormones)
.présence de nitrosamines et d'hydrocarbures polycycliques dans les viandes transformées
.formation de substances mutagènes à partir de certains acides aminés et des constituants lipidiques

3 - Pathologiques :.ingestion d'acides gras saturés et conséquences sur maladies coronariennes
.parasites (trichine, ténias)

Schéma 1 : *Composantes de la qualité de la viande*

PERSILLE (B) COULEUR (A)

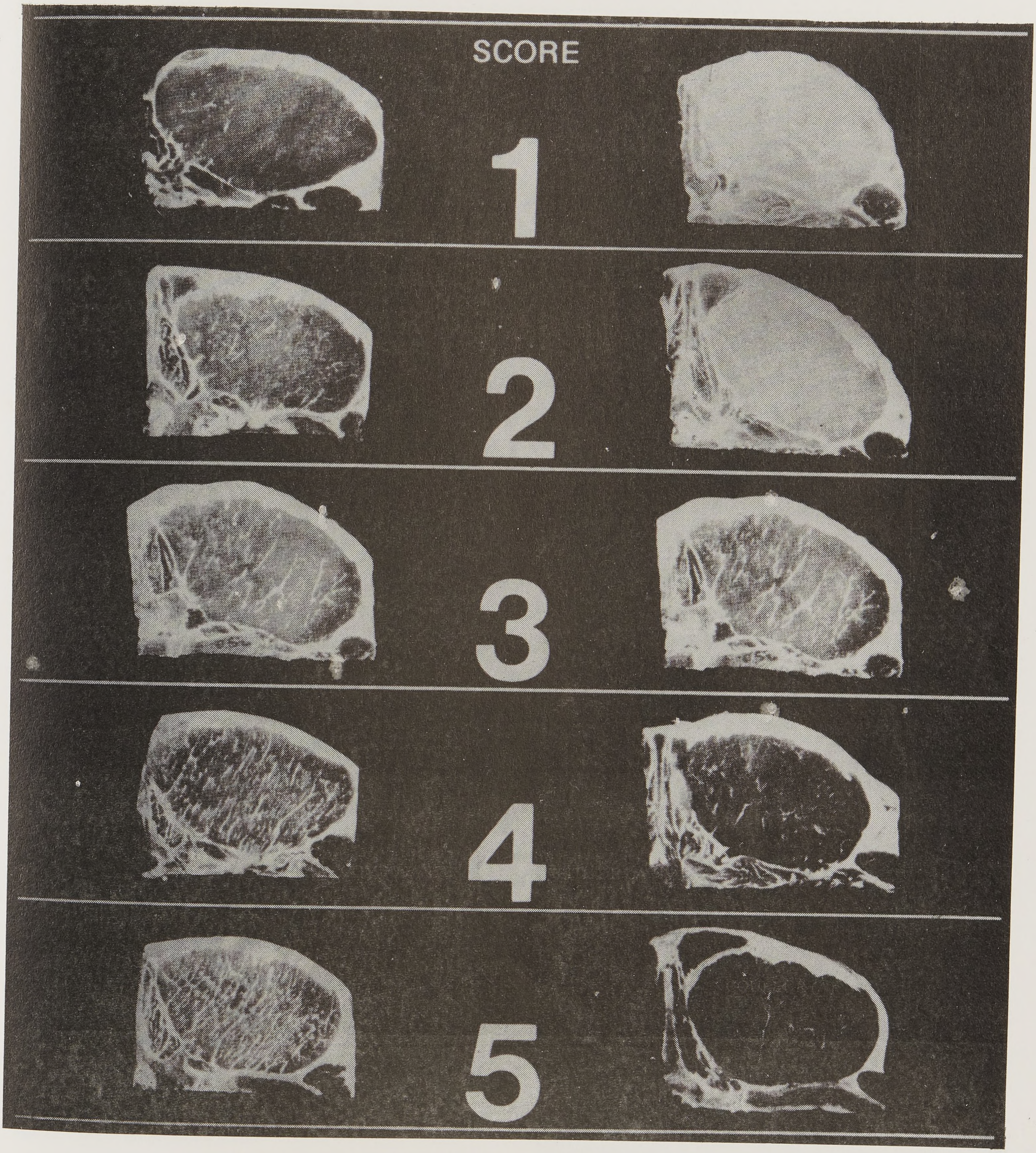


FIG. 1 : *A - Couleur de la viande de porc*
B - Aspect de la viande de porc en fonction de sa teneur en gras

TABLEAU 1

Tableau synoptique d'utilisation possible de la viande en fonction de son pH dans les différentes branches de la transformation
(GIRARD, 1976)

	Produit sec		Produit cuit	
	Saucisson sec	Jambon « sel sec »	Jambon « Paris »	Pâtes fines
	Danger de développement rapide des bactéries			
Viande à haut pH (viande à coupe sombre)	Utilisation avec des substances acidifiantes. Qualités du produit fini : médiocres	Utilisation à proscrire ; mauvaise aptitude à la conservation (danger de putréfaction)		Rendement à la transformation excellent ; inconvénient au niveau de la formation de bioxyde d'azote compensé par l'utilisation d'acide ascorbique
Viande normale	D'une façon générale : les viandes à bas pH sont les plus appropriées (bonne pénétration de la saumure, conditions optima pour la formation de bioxyde d'azote et également pour la vitesse de séchage)		Dans cette catégorie les viandes à pH relativement élevé donnent les meilleurs rendements	Utilisation de la viande en pré-rigor ou dans la phase ultérieure à celle de la rigor
	Viande maturée	Viande peu maturée		
Viande à chute de pH rapide et bas pH ultime	Inconvénient d'utilisation : vitesse de séchage trop rapide		Mauvais rendement	
	Produit fini de qualité médiocre. Un palliatif : présalage du maigre avant réalisation de la mêlée	Produit fini de qualité médiocre	L'injection de saumure en pré-rigor améliore le rendement	Utilisation à exclure
Viande congelée	Produit fini de qualité médiocre (séchage le plus souvent trop rapide)	La pratique d'utilisation de ces viandes s'intensifie pour accélerer le séchage. On peut émettre certains doutes sur la qualité du produit fini		Rendement excellent pour : – viande congelée en pré-rigor – viande congelée et salée en prérigor Le maigre devra être travaillé sans décongélation préalable

4 . *La jutosité*

La jutosité est l'impression d'humidité perçue au moment de la mastication. Le manque de jutosité éventuel est lié la plupart du temps à des pertes importantes en eau et gras à la cuisson. De ce fait la rétention d'eau et la teneur en gras semblent être deux paramètres particulièrement influant sur cette qualité.

II . Les paramètres déterminants les aptitudes à la transformation et à la conservation

1 . *A la transformation*

Le pH en agissant sur la rétention d'eau constitue le paramètre essentiel de l'aptitude des viandes à la transformation en produits cuits et en produits secs (tabl. 1). Par ailleurs la teneur et la nature des acides gras présents sont pour leur part deux autres paramètres déterminants des qualités des produits transformés (tabl. 2).

Le potentiel redox, à côté du pH, est un paramètre dont la valeur régit la formation de la couleur des produits traités au sel nitrité (jambon sec, cuit, saucisses à pâte fine...). Les conditions favorables pour le bon déroulement de cette réaction sont réunies en milieu réducteur et acide.

La teneur et la nature du collagène sont des paramètres à relier, entre autres, à la tenue de tranche du jambon cuit.

2. A la conservation

Relativement à l'aspect microbiologique 3 paramètres sont à prendre plus particulièrement en compte, car ils conditionnent le développement des microorganismes, il s'agit du pH, de l'activité de l'eau et du potentiel redox.

Les paramètres qui agissent sur les réactions de dégradations des lipides en cours de stockage de la viande, sont essentiellement la teneur et la nature des acides gras présents dans le muscle, l'activité de l'eau et le potentiel lipolytique. C'est ainsi que la conservabilité croissante des viandes de porc, mouton, bœuf, s'explique par l'ordre inverse d'insaturation des acides gras déposés respectivement dans ces viandes. C'est ainsi également que des valeurs élevées du potentiel lipolytique constituent des conditions défavorables à la conservation ; les lipases sont en effet pratiquement les seules enzymes actives aux basses activités de l'eau.

III . Facteurs nutritionnels

La valeur nutritive de la viande est très élevée en raison de sa composition. Pondéralement les deux composants les plus importants sont les protéines et les lipides constitués respectivement et en partie d'acides aminés et d'acides gras dits « essentiels » ou « indispensables » à l'alimentation, ils ne peuvent en effet être synthétisés par l'organisme. C'est avant tout les protéines très riches en acides aminés indispensables qui contribuent à cette valeur nutritive élevée de la viande. Les acides gras essentiels sont apportés principalement par les lipides de structure (phospholipides), mais également dans le cas des viandes de porc et de dinde par les lipides de réserve (C18 : 2 acide linoléique).

Les substances minérales représentent moins de 1 p.100 de la viande fraîche et constituent dans le cas des viandes rouges une des meilleures sources de fer dans l'alimentation.

La viande est une source importante de vitamine du groupe B. La viande de porc constitue la meilleure source de thiamine (B1) comparativement aux autres viandes.

Enfin la cuisson n'entraîne que peu de modifications de la composition des constituants protéiques et lipidiques ; malgré le manque de connaissance relatif aux conséquences des traitements technologiques sur la viande, on peut considérer qu'une cuisson modérée n'entraîne pas de modification importante de la valeur nutritive de cet aliment. *A contrario,* le fumage s'accompagne d'une diminution du taux d'acides aminés dans un échantillon traité, due à la réaction entre composés carbonylés de la fumée et groupements aminés.

TABLEAU 2

Synoptique des conséquences d'utilisation des viandes de porc en fonction de la teneur et de la nature des acides gras déposés (DESMOULIN et GIRARD, 1983)

PRODUIT CUIT		PRODUIT SEC
Jambons cuits		Jambons secs - Saucissons secs
	La préférence des dégustateurs va	
aux viandes de femelles plus maigres et aux acides gras plus insaturés*		aux viandes de mâles castrés plus riches en gras et aux acides gras plus saturés*

* pH de rétention d'eau étant égaux par ailleurs

IV . Facteurs hygiéniques

1 . *Sur le plan microbiologique,* deux facteurs sont déterminants, il s'agit de la flore totale et de la présence de germes pathogènes.

2 . *Sur le plan toxicologique,* la présence de substances résiduelles (pesticides, fongicides) de substances médicamenteuses (hormones, antibiotiques) de substances déposées ou formées en cours de transformation (fumage, saumurage) ou de digestion (carbures cancérigènes, nitrosamines, substances toxiques, formées à partir des lipides et des protéines en cours de traitement thermique) risque à des titres divers de présenter un danger pour la santé du consommateur.

3 . Sur le plan pathologique, la consommation de graisses animales, constituées d'acides beaucoup plus saturés que les graisses végétales, serait un des facteurs le plus intimement lié aux maladies coronariennes avec comme lien intermédiaire dans le sang, le cholestérol. Enfin toujours dans cette rubrique, il faut signaler les risques dus à la présence de parasites (trichine, ténias). Ils sont cependant très réduits particulièrement pour des viandes ayant subi l'action du froid ou une cuisson à cœur.

Tissu adipeux (cf. schéma 2)

I . Les qualités organoleptiques

1 . *La couleur* du tissu adipeux va du blanc au jaune, elle est liée dans cette deuxième éventualité à la présence de carotène dans l'insaponifiable de la fraction lipidique. L'apparition de taches jaunes en cours de stockage est due à la formation de composés d'oxydation.

2 . *La flaveur :* le tissu adipeux frais confère aux préparations dans lesquelles il est incorporé une appétabilité, c'est-à-dire une flaveur agréable recherchée par le consommateur.

La flaveur rance des gras est due à la formation de composés d'oxydation en cours de stockage.

L'odeur d'urine des gras et viande provenant de verrat est due principalement à la présence d'androstérone dans la fraction insaponifiable (stéroïde) des lipides.

Viande et gras de porc peuvent présenter occasionnellement une odeur de poisson ou une odeur pharmaceutique, dans la première éventualité la cause tient à l'ingestion de matières grasses en mauvais état de conservation, dans la deuxième éventualité la cause est mal expliquée.

Le goût de savon résulte de la formation de sels métalliques entre les acides gras libres et les traces de métaux présents au niveau des gras.

3 . *La consistance ou la fermeté* du tissu adipeux est liée à la composition en eau, conjonctif et lipides, mais surtout au point de fusion des acides gras constitutifs des lipides déposés dans le tissu adipeux. Cette qualité peut diminuer en cours de stockage, ce fait est attribuable à la formation d'acides gras libres.

II . Aptitudes à la transformation et à la conservation

1 . *L'aptitude à la transformation* en produits secs et cuits est liée au degré d'insaturation, à la longueur des chaines carbonées des acides gras, à la teneur en conjonctif du tissu adipeux et à l'état d'oxydation des lipides. C'est ainsi par exemple, que dans le domaine des produits carnés secs, les tissus adipeux recherchés se caractérisent par leur fermeté ; ils doivent donc être riches en armature collagénique de soutien et constitués d'acides gras saturés.

2 . *L'aptitude à la conservation* est liée au degré d'insaturation des acides gras, à la teneur en acides gras libres, mais aussi à la teneur en eau, et à l'activité de l'eau du tissu adipeux.

III . Les facteurs nutritionnels

1 . *La composition en acides gras et la teneur en acides gras essentiels*

Comparativement aux huiles végétales, les graisses animales renferment des quantités moins importantes d'acides gras insaturés. De ce fait, ces gras se caractérisent par leur consistance plus ferme et leur point de fusion plus élevé. Les gras d'espèce porcine s'écartent un peu de cette règle générale, c'est ainsi que leur teneur en acides gras essentiels est relativement élevée et se situe entre 10 et 20 p.100. Dans le cas du porc, toute amélioration de cette qualité, en relation principalement avec l'alimentation de l'animal, se fait au détriment de la consistance du tissu adipeux.

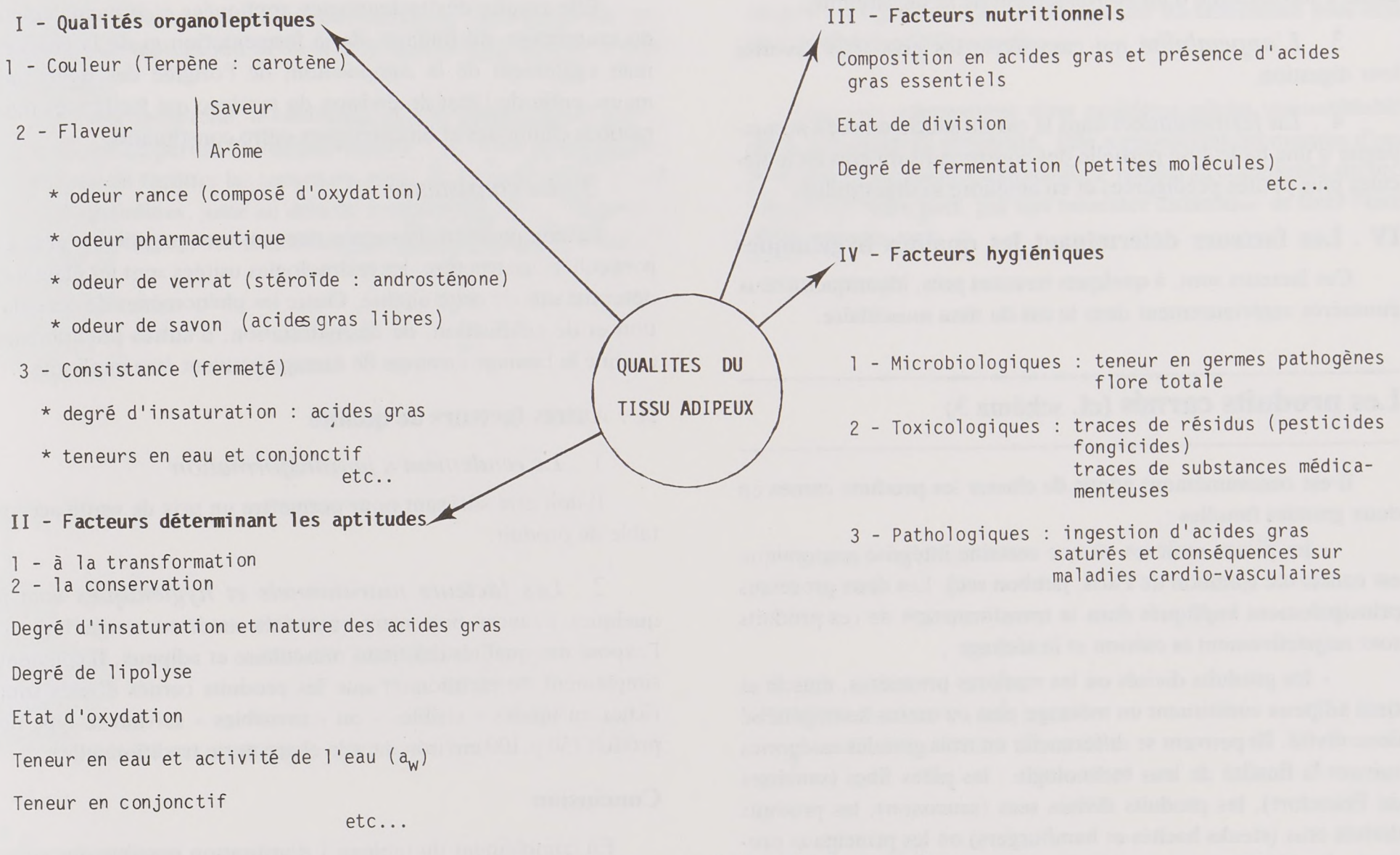


Schéma 2 : *Composantes de la qualité du tissu adipeux*

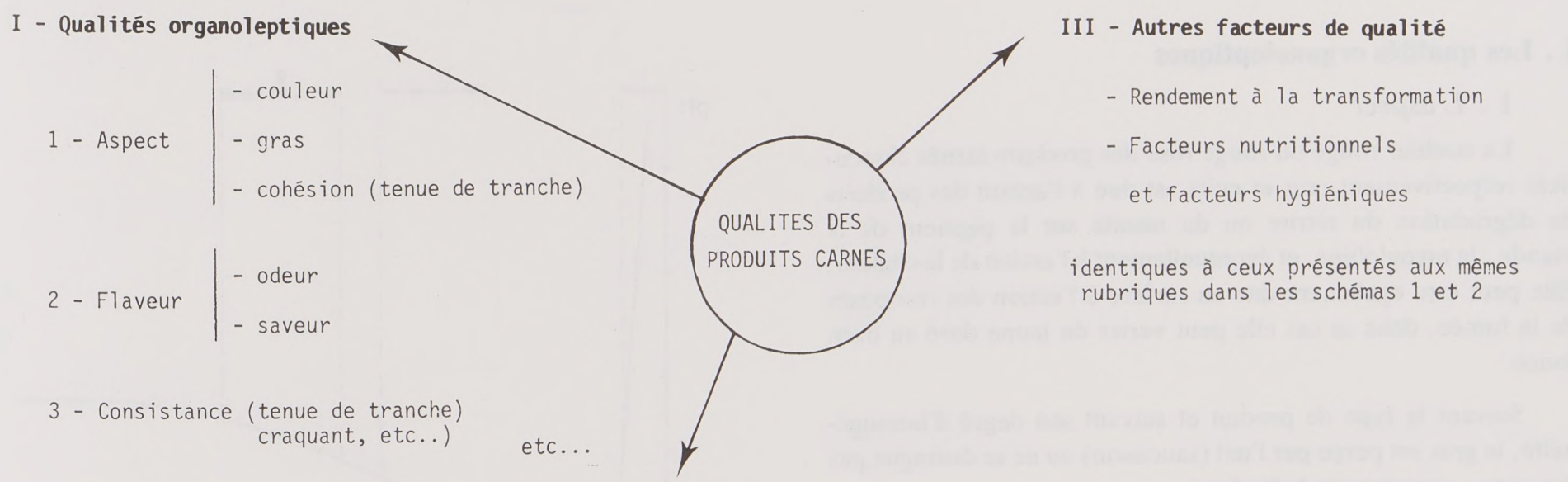


Schéma 3 : *Composantes de la qualité des produits carnés*

2 . *Une augmentation de l'état de division* du produit carné s'accompagne d'un accroissement de sa digestibilité.

3 . *L'appétabilité* qui caractérise les gras frais favorise leur digestion.

4 . *La fermentation* dans le cas du saucisson sec s'accompagne d'une hydrolyse partielle des constituants du gras en molécules plus petites prédigérées et en améliore sa digestibilité.

IV . Les facteurs déterminant les qualités hygiéniques

Ces facteurs sont, à quelques nuances près, identiques à ceux énumérés antérieurement dans le cas du tissu musculaire.

Les produits carnés (cf. schéma 3)

Il est communément admis de classer les produits carnés en deux grandes familles :

- les pièces entières où une certaine intégrité anatomique est conservée (jambon de Paris, jambon sec). Les deux processus principalement impliqués dans la transformation de ces produits sont respectivement la cuisson et le séchage ;

- les produits divisés ou les matières premières, muscle et tissu adipeux constituent un mélange plus ou moins homogénéisé donc divisé. Ils peuvent se différencier en trois grandes catégories suivant la finalité de leur technologie : les pâtes fines (saucisses de Francfort), les produits divisés secs (saucisson), les produits divisés crus (steaks hachés et hamburgers) où les principaux processus impliqués sont respectivement : la cuisson, la fermentation associée au séchage, la congélation. Les steaks hachés occupent une place un peu à part, ils sont en effet uniquement constitués de viande et de gras de bœuf, et les traitements mis en œuvre pour accéder au produit fini visent principalement à maintenir son état de fraîcheur à la viande.

I . Les qualités organoleptiques

1 . *L'aspect*

La couleur rouge ou rouge rose des produits carnés charcutiers respectivement crus et cuits est due à l'action des produits de dégradation du nitrite ou du nitrate sur le pigment de la viande : la myoglobine, et éventuellement à l'action de la chaleur. Elle peut être également due en surface à l'action des composés de la fumée, dans ce cas elle peut varier du jaune doré au brun foncé.

Suivant le type de produit et suivant son degré d'homogénéité, le gras est perçu par l'œil (saucisson) ou ne se distingue pas des autres constituants (pâte fine).

La cohésion se traduit de façon pratique par la tenue de tranche ; elle résulte de la liaison, d'une part entre les différents muscles, dans le cas d'un produit où l'intégrité anatomique est maintenue (jambon de Paris), et d'autre part entre les grains des constituants dans le cas d'un produit divisé (saucisson sec). Dans la première éventualité elle est due essentiellement à la gélification du collagène lors de la cuisson, dans la deuxième aux liens établis entre les grains, par la diffusion probable du gras dans la matrice protéique. Ces actions sont complétées par la coagulation des protéines lors de la cuisson ou du séchage.

2 . *La flaveur*

Elle résulte des technologies appliquées et principalement du saumurage, du fumage, de la fermentation et de la cuisson, mais également de la composition, de l'origine des tissus animaux, enfin de l'état de division du système qui facilite les interactions chimiques et biochimiques entre constituants.

3 . *La consistance*

La composition, la nature des matières premières, gras en particulier, la structure, les technologies usitées sont les éléments déterminants de cette qualité. Outre les phénomènes de coagulation et de gélification, de déshydratation, d'autres phénomènes comme le tannage en cours de fumage peuvent être impliqués.

II . Autres facteurs de qualité

1 . *Le rendement à la transformation*

Il doit être suffisant pour permettre un prix de vente acceptable du produit.

2 . *Les facteurs nutritionnels et hygiéniques* sont à quelques nuances près ceux énumérés antérieurement lors de l'exposé des qualités des tissus musculaire et adipeux. Il convient simplement de mentionner que les produits carnés divisés sont riches en lipides « visibles » ou « invisibles » suivant le type de produit (30 p.100 environ dans la charcuterie traditionnelle).

Conclusion

En complément du tableau 1 d'utilisation possible des viandes de porc, en fonction de leur caractère, dans les différentes branches de la transformation, nous avons schématisé figure 2, pour une viande de porc présentant un caractère normal, les étapes *post-mortem* de maturation de la viande au cours desquelles devraient s'effectuer les transformations en produits cuits et secs.

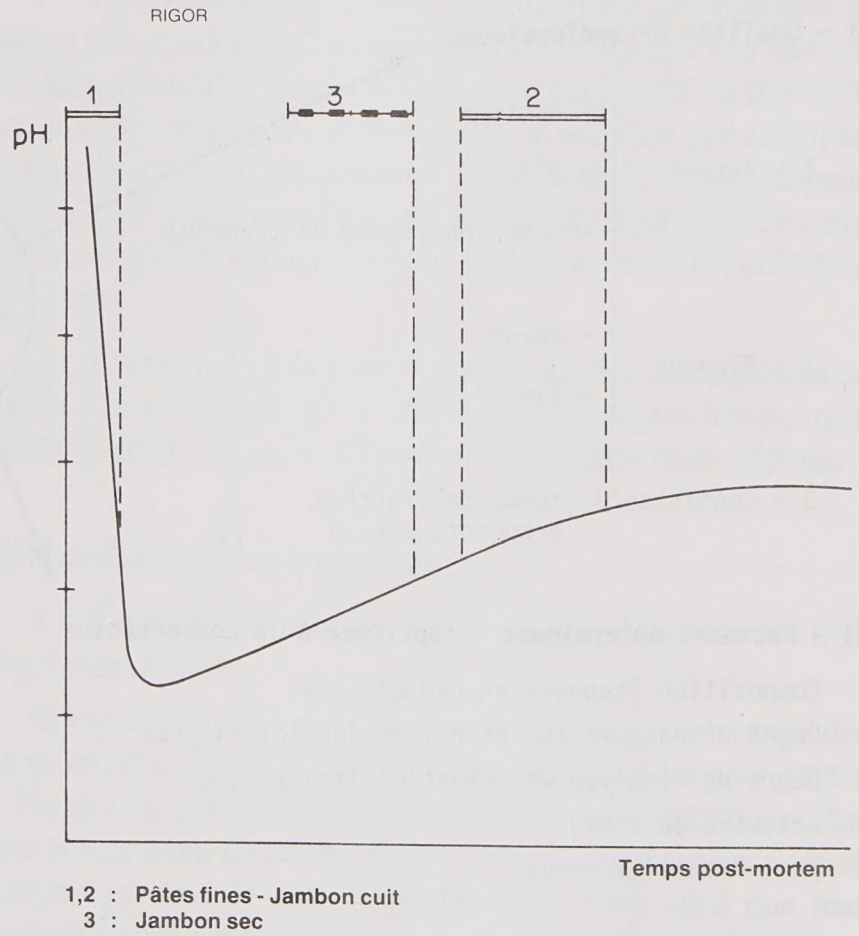


FIG. 2 : *Utilisation possible de la viande de porc en cours de maturation*

Les valeurs de pH élevés des protéines viandes sont les plus favorables à la réalisation des produits cuits car elles facilitent la rétention d'eau lors de la cuisson. De ce fait, les étapes à retenir en cours de maturation de la viande sont en deçà et très au delà de la *rigor*.

Le but recherché, *a contrario,* dans l'élaboration d'un produit sec est de perdre l'humidité nuisible à la conservation du produit donc de faciliter les transferts d'eau. Ce but est atteint au pH bas des protéines, juste au delà de la *rigor* dans le cas du jambon sec afin de limiter les accidents microbiens, plus au delà dans le cas du saucisson sec pour faciliter les phénomènes fermentaires lors de la maturation. Il convient cependant de nuancer notre propos en signalant que le séchage est un traitement plus étalé dans le temps que la cuisson.

Une vue schématique d'un problème pêche vraisemblablement par excès de simplicité. Elle a cependant les mérites d'une part, par son caractère exhaustif de révéler la complexité du problème et d'autre part, par son caractère didactique de fixer l'intérêt du lecteur.

DIFFERENTES METHODES DE CALCUL DES FEMELLES PRESENTES

MÉTHODE 1 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées
. Agnelles mettant bas : en jours de présence à compter du jour de la mise-bas

MÉTHODE 2 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées
. Agnelles mettant bas : en jours de présence à compter du jour de la mise-bas + 150 jours

MÉTHODE 3 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles : en jours de présence à compter de 365 jours d'âge

Pour les 3 premières méthodes : Effectif = $\frac{\Sigma \text{ jours de présence}}{365}$

MÉTHODE 4 : . Brebis mettant bas : comptées 1
. Brebis ne mettant pas bas : non comptées
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées

MÉTHODE 5 : . Brebis mettant bas : comptées 1
. Brebis ne mettant pas bas et présentes à l'inventaire de sortie : comptées 1
. Brebis ne mettant pas bas et absentes à l'inventaire de sortie : non comptées
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas présentes à l'inventaire d'entrée et prenant 20 mois d'âge dans l'exercice : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas, absentes à l'inventaire d'entrée ou ne prenant pas 20 mois d'âge dans l'exercice : non comptées

Pour les méthodes 4 et 5 : Effectif = Σ femelles

MÉTHODE 6 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées

MÉTHODE 7 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas, présentes à l'inventaire d'entrée et prenant 20 mois d'âge dans l'exercice : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas, absentes à l'inventaire d'entrée ou ne prenant pas 20 mois d'âge dans l'exercice : non comptées

Pour les méthodes 6 et 7 : Effectifs = $\frac{\Sigma \text{ jours de présence}}{365}$ + Σ agnelles

MÉTHODE 8 : $\frac{\text{Nombre de femelles de plus d'un an à l'inventaire d'entrée} + \text{Nombre de femelles de plus d'un an à l'inventaire de sortie}}{2}$

à découper suivant le pointillé

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (56) 69-90

Productivité en agneaux des troupeaux ovins

Réflexions sur le choix d'une méthode d'analyse

J. MARZIN et G. LIENARD

Laboratoire d'Economie de l'Elevage

La rentabilité d'un élevage ovin dépend de nombreux facteurs. Le nombre d'agneaux produits par le troupeau est déterminant, comme l'est pour les troupeaux de vaches ou de juments allaitantes, le nombre de veaux ou de poulains produits.

La comparaison des résultats technico-économiques obtenus par différents troupeaux allaitants, menés selon divers types de conduite et en divers lieux, exige que la productivité des femelles – en veaux, poulains ou agneaux – soit établie selon des méthodes standardisées, afin qu'elles puissent être utilisées fiablement par les différents opérateurs qui interviennent en élevage : techniciens de groupements, d'E.D.E., de S.U.A.D., de C.E.R...., et pourquoi pas les éleveurs. Il importe aussi de pouvoir faire correspondre les résultats économiques d'un « exercice » nécessairement basé sur 12 mois, et ceux de la productivité zootechnique qui lui correspondent le mieux. En outre, les résultats établis doivent être à la fois globaux et analytiques afin de permettre un diagnostic de la conduite de l'élevage.

De telles méthodes d'analyse ont déjà été proposées pour les troupeaux de vaches allaitantes (LIENARD et LEGENDRE, 1974) et pour ceux de juments allaitantes (LIENARD et MARTIN-ROSSET, 1977 et 1984).

Peut-on faire les mêmes types de proposition pour l'élevage ovin ?

Celui-ci présente à l'analyse trois difficultés spécifiques :

- le fait que le cycle de production de la brebis soit inférieur à 12 mois permet une grande variabilité de systèmes de reproduction, de l'agnelage annuel unique à la conduite accélérée en continu. Peut-on rendre compte de cette diversité par les mêmes critères, peut-on rendre compte correctement de ces phénomènes complexes dans un exercice de 12 mois ?

- la masse importante des informations à traiter, due aux effectifs et au grand nombre d'évènements oriente souvent les techniciens vers le choix de méthodes simplifiées et de critères uniques. Cela risque d'être simplificateur, en contradiction avec la complexité du processus que l'on cherche à analyser. L'informatique et surtout la micro-informatique offrent maintenant des possibilités qu'il importe de mettre à profit ;

- l'obstacle majeur résulte cependant du manque de fiabilité de certaines données, qui découle des difficultés de réaliser une identification individuelle certaine et durable des femelles. Il faut donc se donner le moyen de relativiser la précision de certains critères.

Ces difficultés ont conduit à de nombreuses définitions, qui rendent hasardeuses les comparaisons des résultats obtenus par les uns et les autres.

Nous présentons ici une réflexion sur les différentes méthodes d'analyse possibles, en la basant sur la variabilité des résultats obtenus. Plusieurs approches sont en effet possibles. Nous souhaitons que les évaluations retenues par chacun puissent se rattacher à des définitions précises, qui puissent disposer d'une « qualification » et d'une méthode de calcul standard et qui soient assorties d'une connaissance des limites d'interprétation découlant des choix effectués.

I. Le bilan classique de productivité

Il s'établit pour une lutte donnée et comprend 3 étapes : - la fertilité des brebis, leur prolificité et la mortalité des agneaux - qui conduisent à une productivité numérique du troupeau.

1. La fertilité

Le *taux de fertilité* est le nombre de femelles mettant bas pour 100 femelles mises en lutte. Ce taux est entaché d'erreurs lorsque des mouvements d'animaux interviennent entre la lutte et l'agnelage et il est préférable de lui substituer le *taux de gestation* déjà utilisé pour les vaches allaitantes, dont voici la définition (1) :

(1) en reprenant la nomenclature utilisée pour les troupeaux de vaches et juments allaitantes.

$$100 \times \left[\begin{array}{ll} & \text{nombre de femelles mettant bas} \quad (La) \\ - & \text{nombre de femelles achetées pleines} \quad (Ap) \\ + & \text{nombre de femelles vendues pleines} \quad (Vp) \\ + & \text{nombre de femelles perdues pleines} \quad (Pp) \end{array} \Big/ \begin{array}{l} \text{nombre de femelles mises en lutte (S)} \\ - \text{ nombre de femelles perdues } \} \text{ dont l'état de gravidité} \\ - \text{ nombre de femelles vendues } \} \text{ est inconnu (V}x \text{ et P}x\text{)} \end{array} \right]$$

Contrairement à ce qui est pratiqué pour les troupeaux de vaches ou de juments allaitantes, nous ne faisons pas intervenir le taux d'avortements. Ceux-ci en effet, difficiles à caractériser avec précision chez la brebis sans la connaissance exacte de la date de saillie fécondante, font l'objet de déclarations trop subjectives de la part des éleveurs pour qu'on puisse considérer l'information comme sure et surtout comparable d'un élevage à l'autre. On optera donc pour un traitement identique des avortements et des mises-bas normales. Mais dans ce cas, tous les « avortements » décelés et les avortons correspondants doivent être comptabilisés dans les mises-bas et les agneaux nés.

On peut éventuellement distinguer le taux de gestation des agnelles et celui des adultes.

2. La prolificité

Le *taux de prolificité* est le nombre d'agneaux nés (avortons compris) pour 100 mises-bas (100 × N / La).

La grande variabilité de ce critère pour l'espèce ovine justifie son analyse plus fine chaque fois que cela est possible.

On aurait ainsi intérêt à faire la distinction entre les luttes sur œstrus induit et les luttes naturelles, ce qui permettrait de préciser l'effet majorant du traitement hormonal sur la prolificité. Dans la pratique cependant, cette distinction n'est possible que si l'on connaît les dates de lutte et de mise-bas de chaque animal avec précision et si le mode de conduite permet de faire la part des fécondations sur l'œstrus induit et des fécondations sur les retours en chaleurs, ce qui est rarement le cas en dehors des troupeaux expérimentaux.

La distinction entre la prolificité des agnelles et celle des brebis est facile à mettre en œuvre. Mais il est utile de généraliser selon l'âge. En effet, comme l'illustre la figure 1, la prolificité d'une brebis n'est pas constante au cours de sa carrière. Elle augmente jusqu'à l'âge de 4 ans en moyenne, reste stable jusque vers 6 ans pour diminuer par la suite. Cette chute de prolificité chez les brebis âgées peut être brutale et importante et arrive dans certains élevages à perturber le résultat global, tout autant que la faible prolificité des agnelles. Afin d'isoler complètement l'effet de la structure du troupeau sur la prolificité nous calculons séparément la prolificité des agnelles, des brebis de moins de 4 ans, des brebis de 4 à 6 ans et des brebis de 7 ans et plus. On n'effectue cependant les calculs que si l'effectif de la classe d'âge atteint ou dépasse 20 animaux.

De plus, la répartition des agneaux entre nés simples, doubles, triples ou quadruples et plus, est particulièrement intéressante. Ainsi, nous avons pu observer des différences considérables entre troupeaux ayant une prolificité voisine : par exemple, pour une prolificité de 220 p.100 dans un cas et de 217 p.100 dans l'autre, la répartition était de 11 p.100, 38 p.100, 29 p.100 et 20 p.100 d'agneaux nés simples, doubles, triples ou quadruples et plus dans le premier cas contre 7 p.100, 49 p.100, 37 p.100 et 5 p.100 dans le deuxième. Il va sans dire que la *répartition par mode de naissance est en l'occurence beaucoup plus importante à connaître que la seule prolificité globale.*

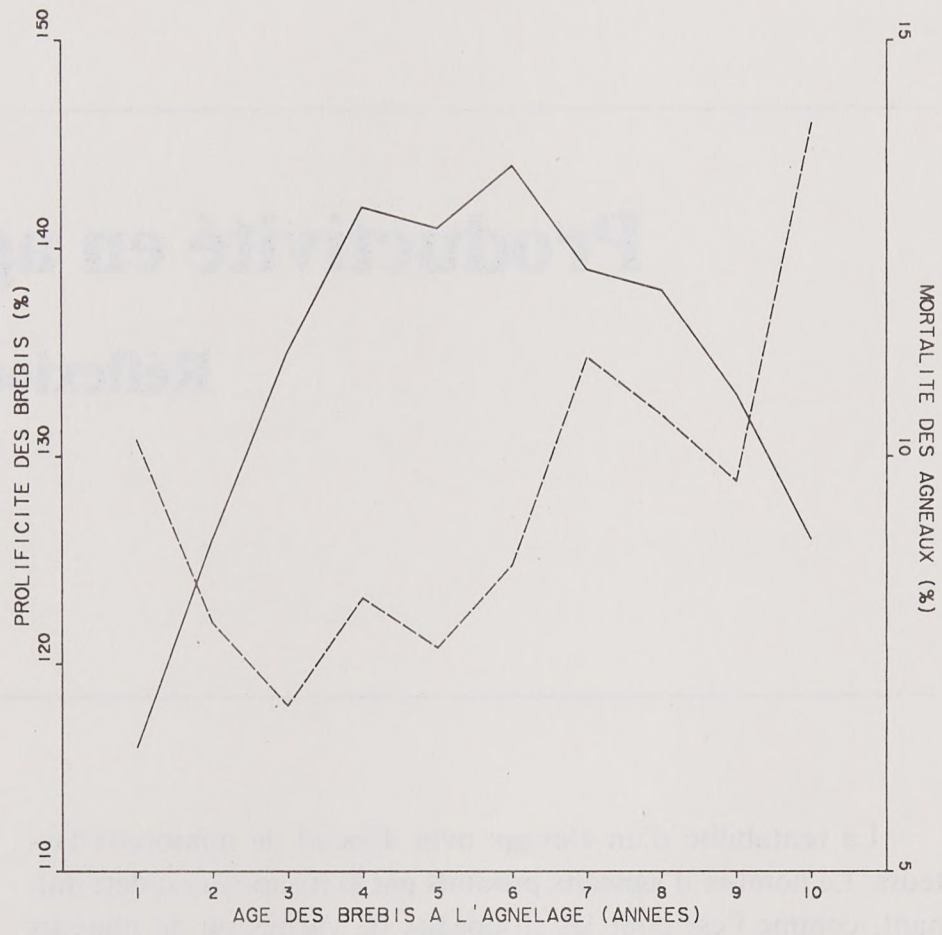


FIG. 1 : *Influence de l'âge à l'agnelage des brebis sur leur prolificité (trait plein) et la mortalité de leur agneaux (tireté) (12 000 agnelages en race Rava)*

3. Mortalité des agneaux

Classiquement, pour les troupeaux de vaches et de juments allaitantes, on décompose la mortalité globale des produits avant le sevrage (qui a lieu entre 6 et 9 mois) selon le moment où elle survient ; ainsi pour les vaches allaitantes on a distingué la mortalité périnatale (avant le 3e jour), la mortalité 3e jour-3mois et la mortalité 4e mois-sevrage. L'intérêt de cette distinction est à la fois de permettre un premier diagnostic global des causes de mortalité et d'apprécier l'incidence économique qui en découle.

Qu'en est-il pour les troupeaux ovins ?

A titre d'illustration de phénomènes connus, le tableau 1 présente la répartition des agneaux morts en fonction de leur âge à la mort, observée dans 2 troupeaux sur 6 années. On constate que la mortalité dans les 2 premiers jours regroupe les 4 / 5 de la mortalité totale, ce qui incite à conserver la notion de *mortalité périnatale,* qui est fortement liée à la mère et aux circonstances de la naissance.

Il serait intéressant sur le plan zootechnique de pouvoir définir ensuite une mortalité 3e jour-sevrage et une mortalité post sevrage. Mais l'âge au sevrage est très variable d'un élevage à l'autre, et aussi au sein d'un même élevage (agneaux allaités par la mère ou artificiellement, sevrages en lots souvent liés à la place disponible, etc...), ce qui rend sa détermination pratiquement impossible pour chaque agneau. Il paraît donc préférable de leur substituer une mortalité assise sur un critère d'âge standard, dont la détermination apparaît beaucoup plus facile et sûre. Nous avons opté pour la mortalité entre le *3e jour et 2 mois d'âge.* Au-delà, il faut définir l'âge à partir duquel la mortalité ne reflète

plus le bilan global de productivité mais concerne les seuls animaux d'élevage. Nous avons choisi l'âge de *6 mois,* au-delà duquel la majorité des agneaux est déjà commercialisée ou choisie comme futurs reproducteurs.

TABLEAU 1

Répartition des agneaux morts dans les 4 premiers mois en fonction de leur âge à la mort (en p.100)

	1er troupeau	2e troupeau
1er et 2e jours	82	68
3e à 7e jours	4	9
1ère semaine	86	77
2e semaine	1	5
3e semaine	2	2
4e semaine	2	3
1er mois	91	87
2e mois	3	6
2 premiers mois	94	93
3e mois	4	4
4e mois	2	3
	100	100

Ceci conduit donc à proposer les distinctions suivantes (2) :

-- Taux de mortalité périnatale :

$$100 \times \left[\begin{array}{l} \text{Nombre d'avortons} \\ + \text{ Nombre d'agneaux morts au cours} \\ \text{des 2 premiers jours de vie (Mn)} \end{array} \Big/ \text{Nombre total d'agneaux nés (N)} \right]$$

- Taux de mortalité 3 jours-2 mois :

$$100 \times \left[\text{Nombre d'agneaux morts entre le 3e jour et 2 mois d'âge (Mj)} \Big/ \text{Nombre total d'agneaux nés (N)} \right]$$

- Taux de mortalité 3e mois-6 mois :

$$100 \times \left[\text{Nombre d'agneaux morts entre 3e mois et 6 mois d'âge (Ms)} \Big/ \text{Nombre total d'agneaux nés (N)} \right]$$

- Taux de mortalité globale des agneaux :

$100 \times (Mn + Mj + Ms) / N$

Comme pour la prolificité, l'influence de l'âge des brebis sur la mortalité de leurs agneaux est importante (fig. 1). Il est donc souhaitable de faire également la distinction entre les mortalités des agneaux nés d'agnelles, de brebis de moins de 4 ans, de 4 à 6 ans et de 7 ans et plus. De la même façon, on peut distinguer la mortalité des agneaux selon leur mode de naissance. Dans les deux cas, on se limite à la mortalité survenant entre la naissance et 2 mois d'âge, la mortalité postérieure étant sans rapport direct avec ces deux facteurs.

4. La productivité numérique

C'est le nombre d'agneaux commercialisés ou vivants à 6 mois pour 100 femelles mises en lutte. Elle s'obtient par le produit suivant :

Taux de gestation×taux de prolificité×(100-taux de mortalité globale des agneaux).

(2) La mortalité de chaque phase est calculée par rapport à l'effectif initial (N) et non par rapport à l'effectif restant au début de chacune.

Ce bilan mérite d'être établi à chaque fois qu'il sera possible.

Malheureusement, dans la pratique, il est peut adapté à l'analyse technico-économique des élevages et ceci pour plusieurs raisons.

- Il est souvent impossible à mettre en œuvre car les effectifs mis effectivement en lutte sont mal connus. C'est l'évidence même pour les troupeaux où les béliers sont présents une grande partie de l'année mais c'est également souvent le cas dans les systèmes plus contrôlés où le carnet de lutte est beaucoup plus rarement tenu que le carnet d'agnelage.

- Les campagnes de lutte vont souvent se surperposer en partie dans le temps, et même si elles se suivent sans recouvrement, l'exercice annuel qui sert de cadre à l'analyse économique sera fréquemment « à cheval » sur une ou plusieurs campagnes.

- Ce bilan ne traduit que le degré de réussite du système de reproduction choisi sans tenir compte de son degré d'accélération, qui est également déterminant pour la productivité.

C'est pourquoi il est nécessaire de substituer au taux de gestation un critère qui tienne compte du nombre d'agnelages réalisés dans l'exercice par rapport au nombre de femelles « présentes » durant la période correspondante.

II. Quelle méthode de calcul pour estimer le nombre de femelles présentes ?

A. Plusieurs voies d'approche sont possibles (fig. 2)

1. *Les durées de présence*

Les consommations du troupeau de reproductrices sont très liées au nombre de « journées brebis » pendant l'exercice. La prise en compte des durées de présence de chaque animal pour le calcul d'un effectif « moyen » pendant l'exercice permet ainsi de faire le rapprochement des productions et des consommations. Couramment employé, ce type de méthode nécessite le choix de la date à partir de laquelle une agnelle devient « brebis » et intervient dans le calcul.

La méthode la plus satisfaisante est de prendre en compte les agnelles à partir de leur première saillie. C'est la méthode que nous avions retenue pour une précédente analyse du troupeau expérimental du C.R.Z.V. de Theix (J. MARZIN, A. BRELURUT, 1979). Elle n'est malheureusement envisageable qu'en station car elle nécessite l'enregistrement précis des mises en lutte.

La méthode la plus simple consiste à compter les agnelles à partir du jour de leur mise-bas (méthode 1). Elle comporte des biais évidents qui résultent d'une part de l'existence de temps de présence sans mise-bas dans l'exercice, et d'autre part de durées de présence avec mise-bas qui peuvent être très courtes.

En effet, certains temps de présence sans mise-bas peuvent être légitimes sur le plan économique. C'est le cas des temps de remise en état des femelles de réforme qui permettent l'augmentation de leur valeur de vente. Ces temps de présence ne font plus réellement partie de la carrière de reproduction des animaux, et il faudrait normalement les éliminer, mais cela est pratiquement impossible.

A l'inverse, les durées de présence courtes avec mise-bas minorent les effectifs et introduisent un biais majorant dans l'estimation de la productivité zootechnique. Ce biais peut être important, notamment avec les primipares si on ne prend pas quelques précautions.

La première « correction » possible consiste à rajouter aux primipares leur durée de gestation (méthode 2). Cela est fait dans l'exercice où intervient la mise-bas, sans se préoccuper de la date de cette dernière. Une agnelle peut donc avoir plus de 365 jours de présence dans l'exercice (3). Cette façon de faire se justifie dans la mesure où une certaine compensation s'établit avec les agnelles pleines à l'inventaire de sortie, qui n'interviennent pas dans le temps de présence. Cela facilite en réalité le travail puisqu'il n'est pas nécessaire de connaître l'état de gestation des agnelles présentes en fin d'exercice.

La deuxième « correction » consiste à prendre en compte toute femelle ayant atteint un âge donné, un an par exemple (méthode 3). Alors que les deux premières méthodes fournissent un effectif de « *femelles en reproduction* », cette troisième exprime plutôt un *effectif potentiel.* Elle apporte un éclairage différent sur le fonctionnement du troupeau. Les méthodes 2 et 3 sont donc plus complémentaires qu'alternatives.

2. *Les comptages*

Une deuxième voie d'approche consiste à faire le compte des *femelles susceptibles de mettre-bas* dans l'exercice. L'objectif n'est plus véritablement de rapprocher la production réalisée et les consommations mais plutôt la production réalisée et la production potentielle.

Le simple comptage des femelles mettant bas dans l'exercice (méthode 4)est trop simplificateur car il néglige les femelles en âge de produire qui restent présentes pendant tout l'exercice sans mettre-bas. Le nombre d'agnelages par femelle, calculé avec cette méthode, ne renseigne que sur le pourcentage de double-agnelages dans l'exercice, que nous calculons par ailleurs. Cette méthode est insuffisante.

La prise en compte des brebis restant présentes pendant tout l'exercice sans mise-bas ainsi que des agnelles présentes au début de l'exercice et qui auraient pu mettre bas (méthode 5) est beaucoup plus satisfaisante. Pour les agnelles, nous avons considéré qu'en toutes conditions, elles pourraient agneler avant 18 mois. Afin d'éliminer le problème posé par celles qui prennent 18 mois d'âge en fin d'exercice et qui mettent bas au début de l'exercice suivant, on compte toutes les agnelles présentes au début et qui prennent 20 mois d'âge dans l'exercice.

Cette méthode, intéressante pour les agnelles, n'est pas suffisamment « sévère » pour les brebis : en effet, celles qui ne mettent pas bas et qui sortent en cours d'exercice ne sont pas comptées.

3. *Les méthodes mixtes*

Les inconvénients des deux premiers groupes de méthodes amènent à proposer deux méthodes mixtes dans lesquelles les brebis sont comptées en fonction de leur durée de présence (comme dans les méthodes 1 à 3) et les agnelles sous forme de comptage. Ce sont les méthodes 6 et 7, la première prenant en compte les agnelles selon la méthode 4 et la seconde selon la méthode 5.

Ces deux méthodes présentent l'avantage de ne pas négliger les brebis sorties sans mise-bas contrairement à la méthode 5 et de compenser par le comptage des agnelles les durées de présence courtes de certaines brebis mettant bas. Ce sont des méthodes nouvelles qui évitent mieux les défauts des méthodes précédentes.

4. *Une méthode simple*

Les méthodes 1 à 7 nécessitent la manipulation d'un nombre important de dates (dates de naissance, d'agnelage, de réforme) et elles sont assez difficiles à mettre en œuvre. On peut songer également à la méthode 8 qui consiste simplement à faire la moyenne du nombre de femelles de plus d'un an présentes aux inventaires d'entrée et de sortie. Cette méthode est couramment employée par les Centres de Gestion qui doivent disposer de cette information pour évaluer correctement le produit ovin.

Remarque importante : Les effectifs ainsi calculés permettent d'établir le rapport ***entre le nombre d'agnelages survenus dans l'exercice*** *(4)* ***et l'effectif correspondant,*** *que nous appelons par commodité « taux de mise-bas » dans la discussion. Ce critère est fondamental. Il faut observer que les variations qui sont constatées sur les effectifs se traduisent par des effets inverses sur le taux de mise-bas.*

Ainsi, les différentes méthodes ne vont pas traduire exactement les mêmes phénomènes ni les mêmes évolutions.

Les méthodes 1, 2, 4 et 6 traduisent directement la productivité du troupeau en reproduction sans tenir compte de l'âge à la 1ère mise-bas des agnelles.

Au contraire, les méthodes 3 et 8 prennent complètement en compte l'effet qu'aura une modification de l'âge à la 1ère mise-bas sur le taux d'agnelage, d'une façon continue : conduite de la reproduction et gestion du troupeau d'agnelles sont combinées pour donner une indication de productivité plus globale.

Les méthodes 5 et 7 prennent également en compte l'âge à la première mise-bas des agnelles, mais d'une façon discontinue en « pénalisant » les premiers agnelages tardifs (au-delà de 20 mois). Elles sont par contre comme les méthodes 4 et 6 beaucoup moins sensibles à la position des premières mises-bas par rapport au début d'exercice que les méthodes 1, 2 et 3, ce qui peut améliorer la valeur des comparaisons entre troupeaux.

B. Discussion des méthodes

La discussion porte sur 3 points :

- les écarts d'effectifs obtenus selon les différentes méthodes et leur classement ;
- leur sensibilité respective au choix de la date d'exercice ;
- leur concordance vis-à-vis du jugement qu'elles permettent de porter.

Cette discussion s'appuie sur les résultats obtenus dans 5 élevages de demi-montagne suivis de 1975 à 1982, dont les caractéristiques principales sont rassemblées dans la figure 3. Ce petit échantillon regroupe des troupeaux ayant des systèmes de conduite très divers, et qui ont parfois connu des modifications importantes tant dans leur structure que dans leur conduite. Pour

(3) Des précautions seront à prendre pour le calcul des U.G.B. Ovins
(4) avortements compris

MÉTHODE 1 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées
. Agnelles mettant bas : en jours de présence à compter du jour de la mise-bas

MÉTHODE 2 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées
. Agnelles mettant bas : en jours de présence à compter du jour de la mise-bas + 150 jours

MÉTHODE 3 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles : en jours de présence à compter de 365 jours d'âge

Pour les 3 premières méthodes : Effectif = $\frac{\Sigma \text{ jours de présence}}{365}$

MÉTHODE 4 : . Brebis mettant bas : comptées 1
. Brebis ne mettant pas bas : non comptées
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées

MÉTHODE 5 : . Brebis mettant bas : comptées 1
. Brebis ne mettant pas bas et présentes à l'inventaire de sortie : comptées 1
. Brebis ne mettant pas bas et absentes à l'inventaire de sortie : non comptées
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas présentes à l'inventaire d'entrée et prenant 20 mois d'âge dans l'exercice : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas, absentes à l'inventaire d'entrée ou ne prenant pas 20 mois d'âge dans l'exercice : non comptées

Pour les méthodes 4 et 5 : Effectif = Σ femelles

MÉTHODE 6 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas : non comptées

MÉTHODE 7 : . Brebis : en jours de présence dans l'exercice
. Agnelles mettant bas : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas, présentes à l'inventaire d'entrée et prenant 20 mois d'âge dans l'exercice : comptées 1
. Agnelles ne mettant pas bas, absentes à l'inventaire d'entrée ou ne prenant pas 20 mois d'âge dans l'exercice : non comptées

Pour les méthodes 6 et 7 : Effectifs = $\frac{\Sigma \text{ jours de présence}}{365}$ + Σ agnelles

MÉTHODE 8 : (Nombre de femelles de plus d'un an à l'inventaire d'entrée + Nombre de femelles de plus d'un an à l'inventaire de sortie) / 2

FIG. 2 : *Différentes méthodes de calcul des femelles présentes*

TROUPEAU N° 1

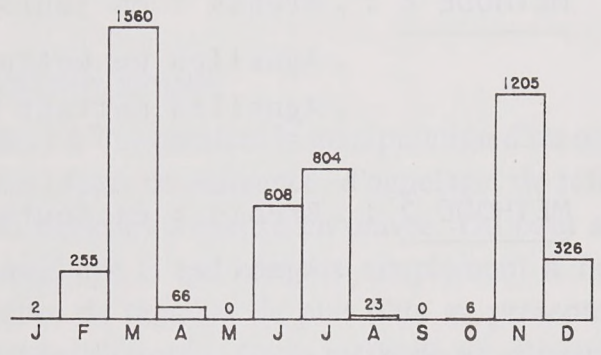
(Limousine et Romanov x Limousines du troupeau du C.R.Z.V. de Theix)

Système de conduite : 3 agnelages en 2 ans avec 2 troupeaux décalés - Conduite très stable.

Age à la 1ère mise-bas : 16 mois à 16 mois et demi les 5 premières années
14 mois et demi la dernière année,
16 mois en moyenne

Structure du troupeau : stable, effectifs décroissants.

RÉPARTITION DES AGNELAGES DANS L'ANNÉE
(Total sur 6 ans)

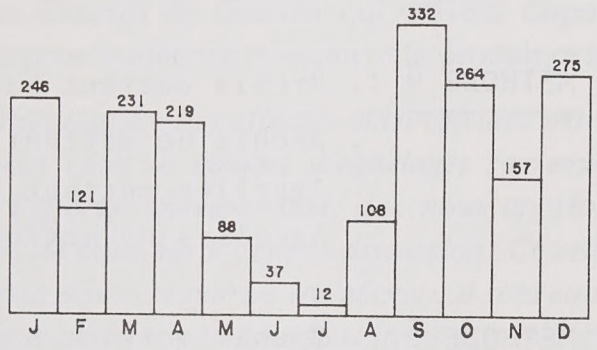


TROUPEAU N° 2

Système de conduite : conduite continue stable

Age à la 1ère mise-bas : 22 mois la première année
de 15 à 18 mois les 4 années suivantes
13 mois et demi la dernière année
16 mois et demi en moyenne

Structure du troupeau : stable, effectifs croissants.



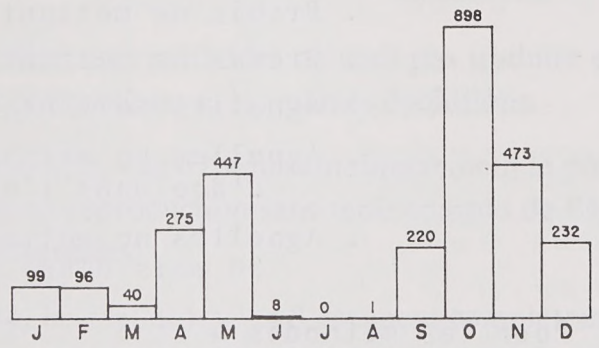
TROUPEAU N° 3

Système de conduite : lutte principale de printemps, 2e lutte d'automne

stable sauf en 1980 où il n'y a pas eu de lutte d'automne

Age à la 1ère mise-bas : 15 à 18 mois suivant les années,
16 mois en moyenne

Structure du troupeau : stable, effectifs croissants.

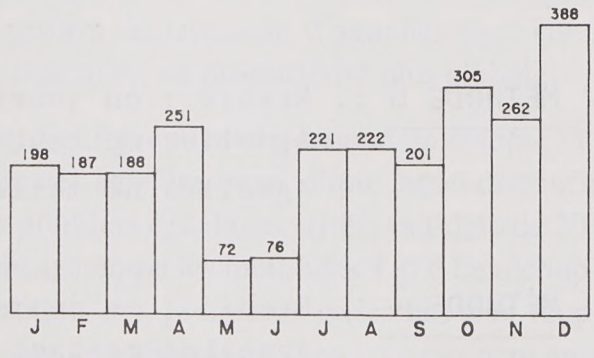


TROUPEAU N° 4

Système de conduite : dérivée de 3 agnelages en 2 ans en début de période, 1 agnelage par an en fin de période

Age à la 1ère mise-bas : de 16 à 20 mois suivant les années,
18 mois et demi en moyenne

Structure du troupeau : instable. Chute importante d'effectifs suivie d'une croissance rapide avec forte proportion d'agnelles.



TROUPEAU N° 5

Système de conduite : agnelage unique en janvier-février, se décalant vers décembre-janvier en fin de période. Lutte marginale en contre saison certaines années

Age à la 1ère mise-bas : de 14 à 21 mois suivant les années,
18 mois en moyenne

Structure du troupeau : stable, effectifs croissants en fin de période.

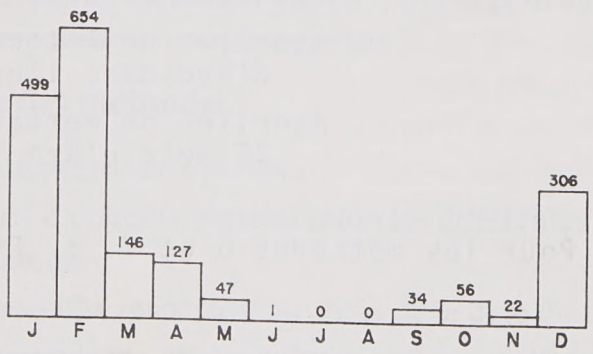


FIG. 3 : *Présentation des 5 troupeaux*

ces troupeaux, nous avons calculé, pour les 72 exercices annuels définissables dans la période du 1/7/1975 au 30/6/82 (c'est-à-dire les différents exercices allant du 1/7/75 au 30/6/76, du 1/8/75 au 31/7/76, etc...), les effectifs et les « taux de mise-bas » selon les 8 méthodes de calcul présentées plus haut.

1. *Les écarts d'effectifs obtenus par les différentes méthodes* (tabl. 2).

Le choix de la méthode a des conséquences non négligeables sur les effectifs obtenus et donc sur les taux de mise-bas calculés. En moyenne pour les 5 troupeaux, les effectifs s'échelonnent de 351 femelles (méthode 1) à 401 femelles (méthodes 5 et 7) soit une augmentation de 14 p.100 qui fait chuter le taux de mise-bas de 133 à 116 p.100. Cet écart atteint 20 p.100 pour le troupeau numéro 4.

La méthode 1 s'éloigne beaucoup en moyenne des 7 autres en minorant de façon très importante les effectifs.

La correction introduite par la méthode 2 (prise en compte de la durée de gestation des agnelles) accroît les effectifs de 9 p.100 et fait passer le taux de mise-bas de 133 à 122 p.100. La correction est d'autant plus ample que le pourcentage d'agnelles dans le troupeau est plus fort (+ 11 p.100 pour le troupeau 4).

La méthode 3 (agnelles comptées à partir de l'âge d'un an) conduit à des effectifs en moyenne plus élevés (+ 11 p.100) mais ceci est variable selon les troupeaux. Les effectifs sont supérieurs pour les troupeaux où la 1ère mise-bas est tardive (+ 19 p.100 pour le troupeau 4), mais ceux-ci peuvent être du même ordre ou même inférieurs dans les troupeaux où elle est précoce (troupeaux 1, 2 et 3).

L'écart des effectifs entre les méthodes 4 et 5 (+ 8 p.100), qui provient des agnelles prenant 20 mois d'âge sans mise-bas dans l'exercice et des brebis le traversant sans mise-bas, est beaucoup plus important que l'écart entre les méthodes 6 et 7 (+ 3 p.100) qui est dû aux seules agnelles.

La méthode 8 (moyenne des inventaires) donne des résultats intermédiaires.

A ce stade de la discussion, on peut éliminer la méthode 1, nettement insuffisante, ainsi que les méthodes 4 et 6 pour les quelles les corrections apportées par les méthodes 5 et 7 semblent intéressantes.

Les 5 méthodes restantes fournissent des effectifs allant de 382 à 401 femelles (écart de 5 p.100) et des taux allant de 122 à 116 p.100.

C'est la *méthode 2* qui donne en moyenne *les effectifs les plus faibles*. Une analyse plus fine montre en fait que des valeurs inférieures sont données - dans 18 p.100 des cas par la méthode 3 (lorsqu'il y a première mise-bas précoce, troupeau 1 par exemple) - dans 2 p.100 des cas par les méthodes 5 ou 7 - et dans 33 p.100 des cas par la méthode 8 (lorsqu'il y a sorties groupées en début d'exercice et entrées groupées en fin d'exercice).

Viennent ensuite les *méthodes 3 et 8* qui donnent des valeurs moyennes très voisines. Cela n'a rien d'étonnant pour un grand nombre de points puisque les deux méthodes prennent en compte les agnelles au même âge.

La *méthode 5* (par comptage) fournit les effectifs *les plus élevés*. Cette supériorité est cependant mise en défaut - dans 16 p.100 des cas par la méthode 3 (du fait d'agnelles prenant 1 an sans mise-bas dans un exercice mais 20 mois avec ou sans agnelage dans l'exercice suivant et/ou avec un nombre important de sorties sans mise-bas) - dans 17 p.100 des cas par la méthode 8 (pour les mêmes raisons) - et dans 2 p.100 des cas par la méthode 2 (lorsqu'il y a un nombre important de sorties sans mise-bas ou lorsque les agnelages d'agnelles sont groupés en début d'exercice).

La *méthode 7* (mixte) que l'on attendait intermédiaire entre les méthodes 2 et 5 donne en moyenne les mêmes effectifs que cette dernière. Dans de nombreux cas (troupeaux 3, 4 et 5), elle donne les résultats les plus élevés en raison de l'importance des

TABLEAU 2

Effectifs *et agnelages / effectifs*
Pour chaque troupeau et chaque méthode : moyenne des 72 « exercices » calculés

TROUPEAUX / MÉTHODES	1	2	3	4	5	MOYENNE DES 5 TROUPEAUX
1	576 *1,43*	234 *1,44*	334 *1,35*	331 *1,29*	282 *1,12*	351 *1,33*
2	622 *1,31*	256 *1,31*	360 *1,26*	368 *1,16*	302 *1,05*	382 *1,22*
3	619 *1,32*	257 *1,31*	365 *1,24*	393 *1,09*	313 *1,01*	389 *1,19*
4	619 *1,32*	257 *1,31*	345 *1,30*	350 *1,21*	284 *1,11*	371 *1,25*
5	651 *1,25*	272 *1,24*	377 *1,20*	389 *1,09*	315 *1,01*	401 *1,16*
6	634 *1,29*	260 *1,29*	366 *1,23*	378 *1,13*	306 *1,03*	389 *1,19*
7	641 *1,27*	267 *1,26*	380 *1,19*	398 *1,07*	321 *0,99*	401 *1,16*
8	618 *1,32*	255 *1,32*	366 *1,24*	391 *1,10*	311 *1,02*	388 *1,20*

brebis qui sortent durant l'exercice (par vente ou perte) sans mise-bas. Pour les troupeaux 1 et 2 où les réformes semblent mieux maîtrisées, elle fournit effectivement des valeurs intermédiaires. Dans 5 p.100 des cas, elle minore même les effectifs par rapport à la méthode 2 (lorsqu'il y a mises-bas d'agnelles groupées en début d'exercice).

2. *Sensibilité à la date d'exercice choisie*

Ce point est déterminant. Les figures 4 et 5 présentent respectivement les effectifs et les taux de mise-bas calculés selon chaque méthode pour les 72 « exercices » annuels définis. L'aspect chaotique des courbes, surtout pour le taux de mise-bas, illustre la *grande sensibilité des résultats obtenus au choix de la date d'exercice,* sensibilité qui résulte de la discontinuité des agnelages dans le temps. Cette sensibilité est évidemment un inconvénient majeur mais il est inévitable. Il faut donner la préférence aux méthodes qui sont les moins « sensibles ».

Ainsi, « l'effet date » est dans certains cas plus important que l'« effet méthode » (troupeaux 3, 4 et 5), alors que ce n'est pas vrai pour les troupeaux 1 et 2 où la conduite est plus continue et plus régulière. Le phénomène était attendu mais son ampleur a de quoi laisser perplexe ! A titre d'exemple, pour le troupeau 3, le taux de mise-bas passe de 92 p.100 pour l'exercice du 1/10/80 au 30/9/81, à 135 p.100 pour l'exercice du 1/11/80 au 30/10/81 , et tombe à 108 p.100 pour l'exercice du 1/12/80 au 30/11/81 ! La fiabilité du jugement porté sur la productivité du troupeau dépendra donc avant tout du bon choix de la date d'exercice ; on y reviendra. Pour traduire la sensibilité des différentes méthodes, nous avons choisi l'écart moyen |*en valeur absolue*| qui sépare un point de la courbe de son suivant immédiat. Les valeurs obtenues sont reportées dans le tableau 3.

* On peut vérifier qu'en ce qui concerne les *effectifs,* plus la méthode de calcul est liée à l'évènement « agnelage », plus elle est sensible au choix de la date. Ainsi, la méthode 3 est la moins sensible. Puis vient la méthode 2 qui subit la discontinuité des mises-bas d'agnelles mais pour une durée réduite à la gestation. Enfin, les méthodes 5 et 7, davantage liées aux agnelages, montrent une sensibilité plus marquée encore. La méthode 8 est toutefois la plus sensible par le fait qu'elle ignore la place de tout évènement dans l'exercice : on constate sur les courbes qu'elle oscille de façon parfois importante autour de la méthode 3, procédant par sauts souvent considérables : méthode « aveugle », elle se distingue fréquemment des autres par une évolution singulière.

* Pour ce qui est des *taux de mise-bas,* les méthodes 2, 3, 5 et 7 ont des sensibilités voisines, les méthodes peu liées aux agnelages subissant pleinement l'effet de leur discontinuité au niveau du ratio. La méthode 8 reste la plus sensible au choix de la date, et elle se trouve souvent isolée sur les figures.

3. *Concordance des méthodes entre elles*

Comme nous l'avons déjà dit, chaque méthode (sauf la méthode 8) apporte un éclairage différent et de ce fait, il est normal de trouver des écarts entre les différentes estimations du taux de mise-bas. Mais chaque méthode a ses défauts, et il convient de vérifier qu'ils n'induisent pas de valeurs incohérentes, c'est-à-dire injustifiées par rapport à l'appréciation recherchée de la conduite du troupeau.

Pour le faire, nous pouvons nous appuyer sur la comparaison des évolutions montrées par chaque taux de mise-bas pour chaque troupeau. Pour cela, il faut se fixer une date d'inventaire appropriée, l'exemple développé plus haut ayant montré le danger de comparer deux résultats calculés à des dates différentes, même très voisines.

Les courbes de la figure 5 permettent de constater que certaines dates correspondent chaque année à des « pics » ou à des « effondrements » du taux de mise-bas ; elle sont bien entendu à éviter. D'autres, par contre, se situent à l'intérieur de plages de relative stabilité des différentes méthodes. C'est particulièrement le cas du 1/6 pour l'ensemble des troupeaux, date qui correspond au début (troupeaux 3 et 5), à la fin (troupeau 1) ou au

TABLEAU 3

Sensibilité à la date d'exercice des effectifs *et des agnelages / effectifs*

$$100 \times \frac{\sum_{i=1,\,n-1} |x_i - x_{i+1}|}{\sum_{i=1,\,n} x_i} \times \frac{n}{n-1}$$

TROUPEAUX / MÉTHODES	1	2	3	4	5	MOYENNE
2	0,92 *2,52*	0,90 *4,59*	0,73 *6,14*	1,84 *9,36*	0,70 *6,72*	1,02 *5,87*
3	0,46 *2,80*	0,71 *5,00*	0,41 *6,34*	1,62 *10,32*	0,60 *7,10*	0,76 *6,31*
5	1,37 *2,32*	1,45 *5,04*	1,25 *6,17*	2,41 *9,05*	1,50 *6,81*	1,60 *5,88*
7	1,99 *3,35*	1,42 *5,30*	1,11 *6,28*	2,21 *9,56*	1,40 *7,48*	1,63 *6,39*
8	2,32 *4,32*	1,87 *5,84*	1,48 *6,67*	2,80 *10,94*	2,13 *7,86*	2,12 *7,13*

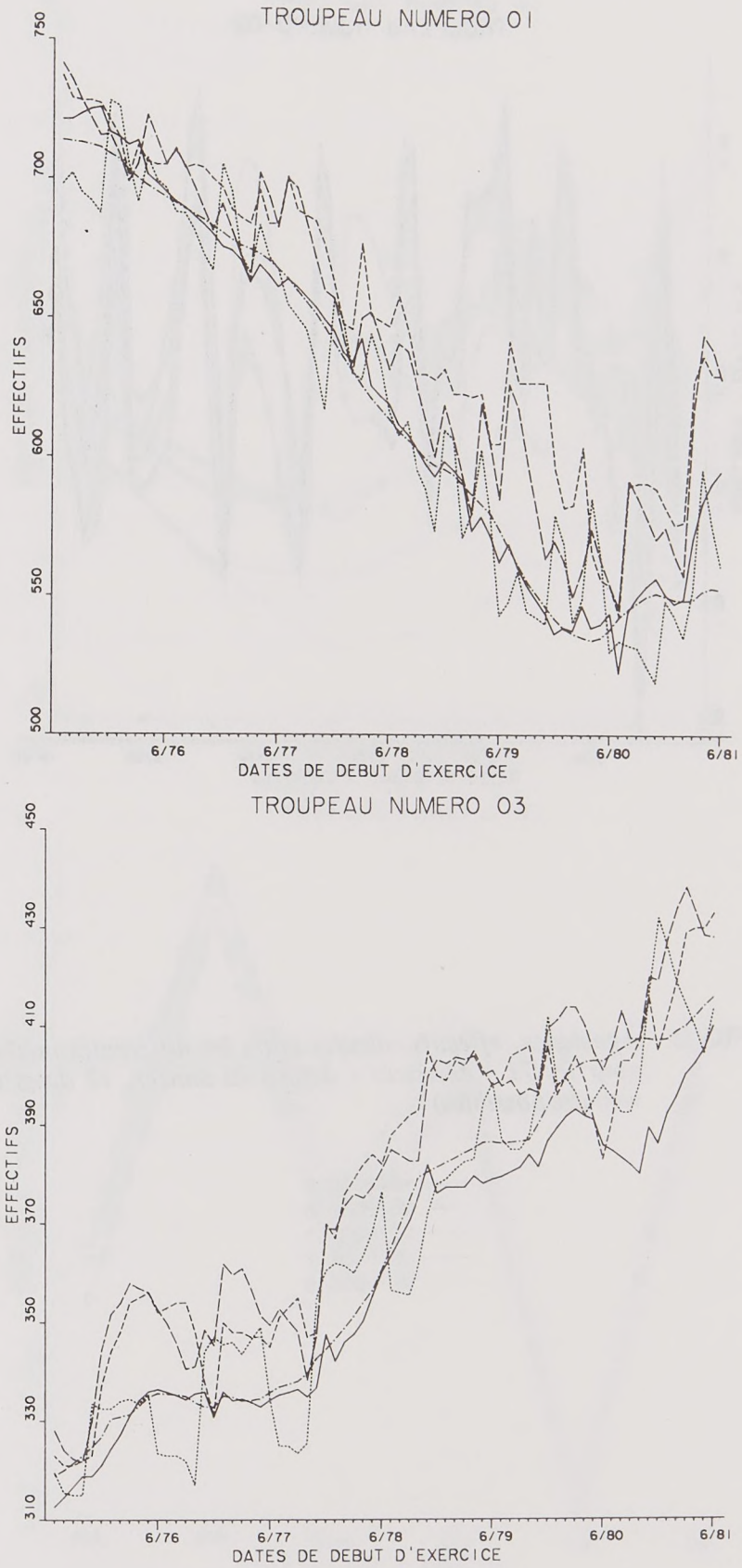
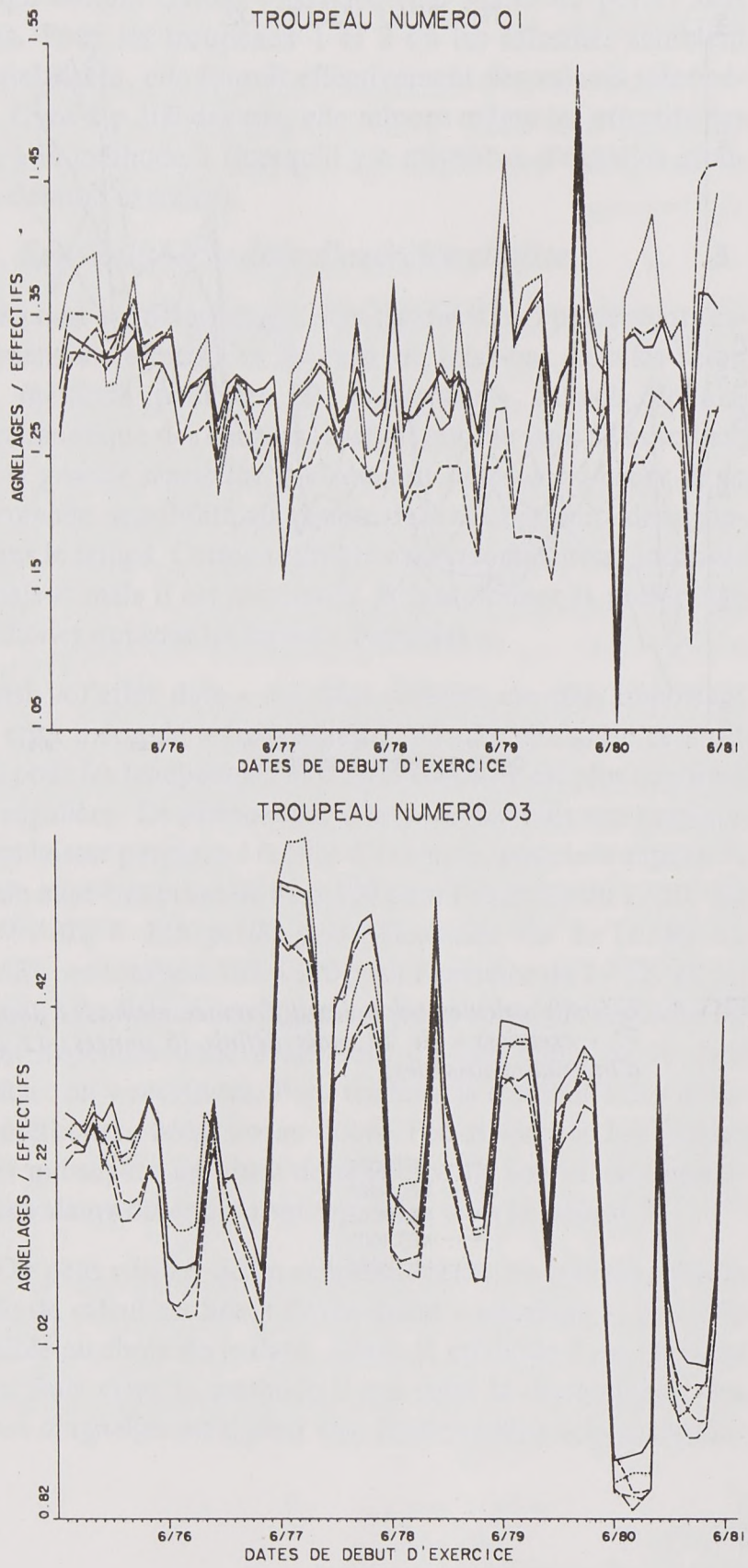


FIG. 4 : *Effectifs calculés selon les différentes méthodes pour les 72 « exercices » de 12 mois définis (6 années, 12 dates d'inventaire possibles).*



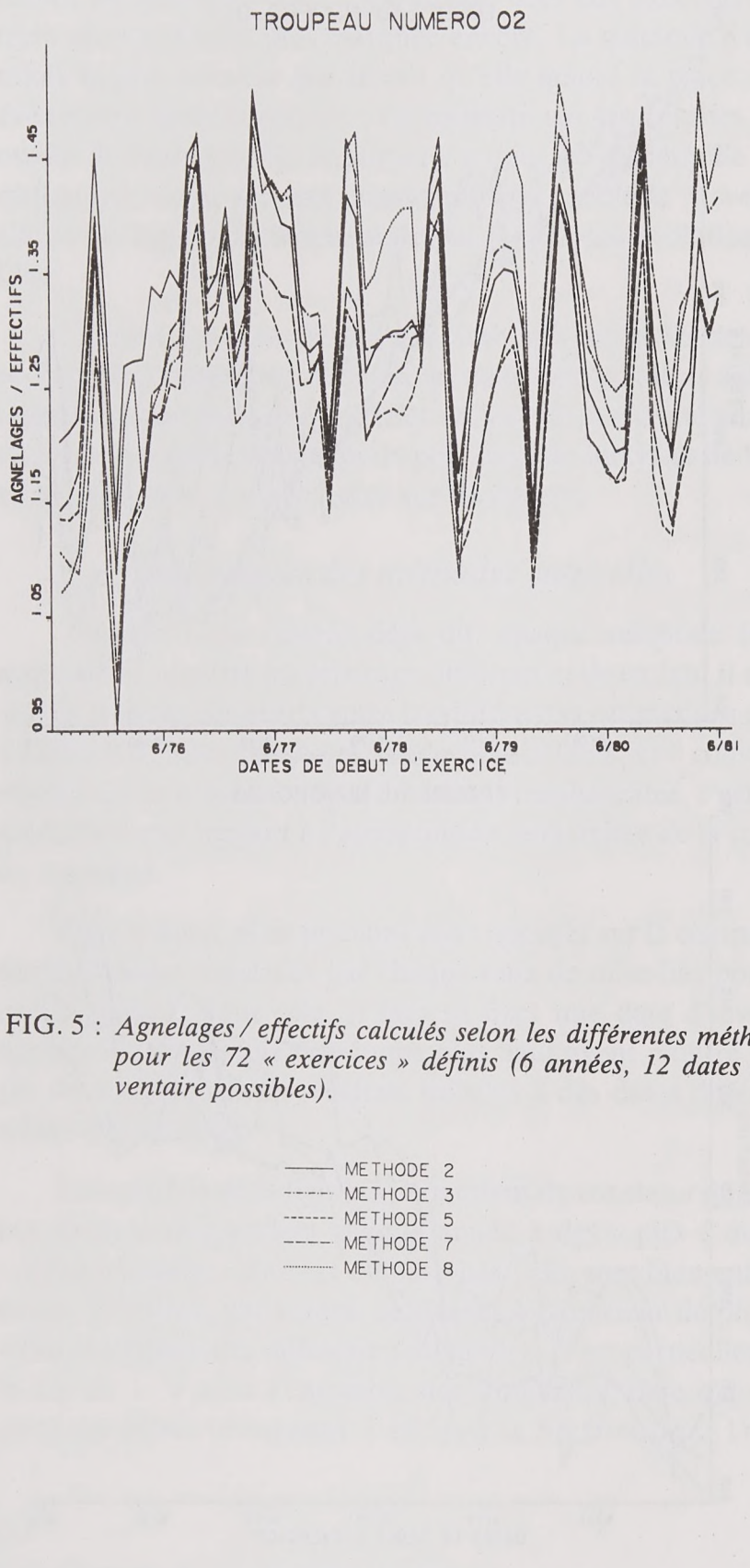
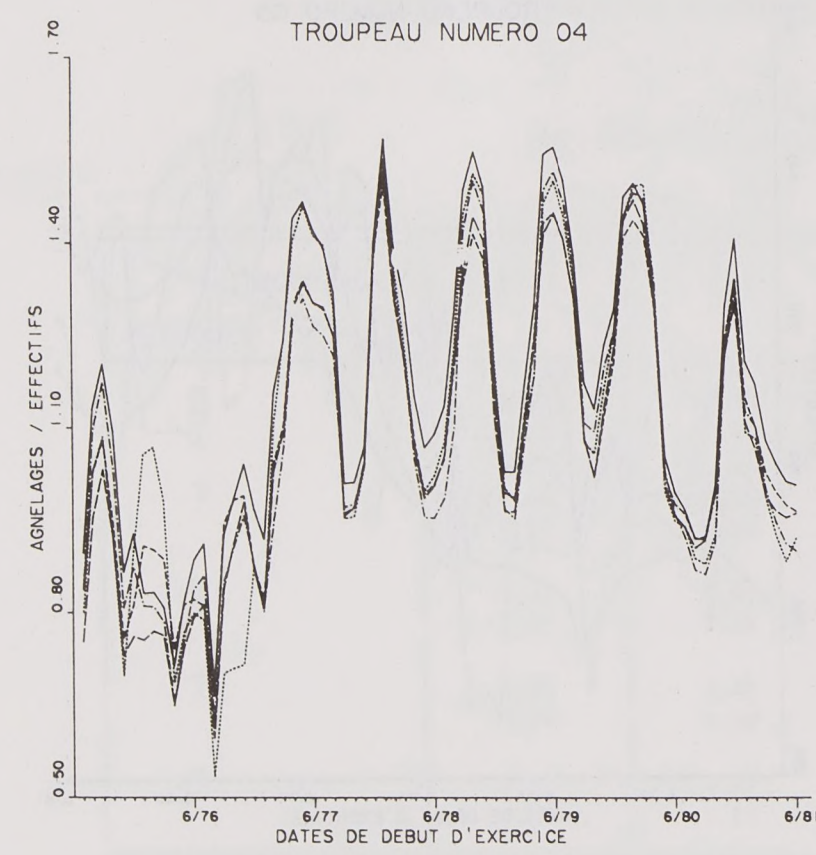
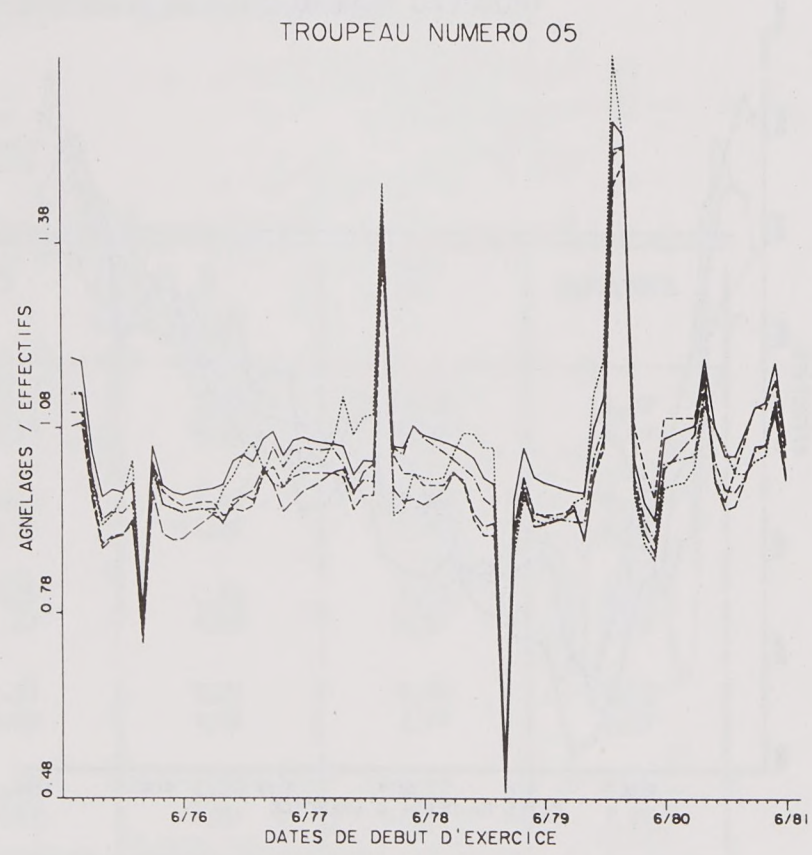


FIG. 5 : *Agnelages / effectifs calculés selon les différentes méthodes pour les 72 « exercices » définis (6 années, 12 dates d'inventaire possibles).*





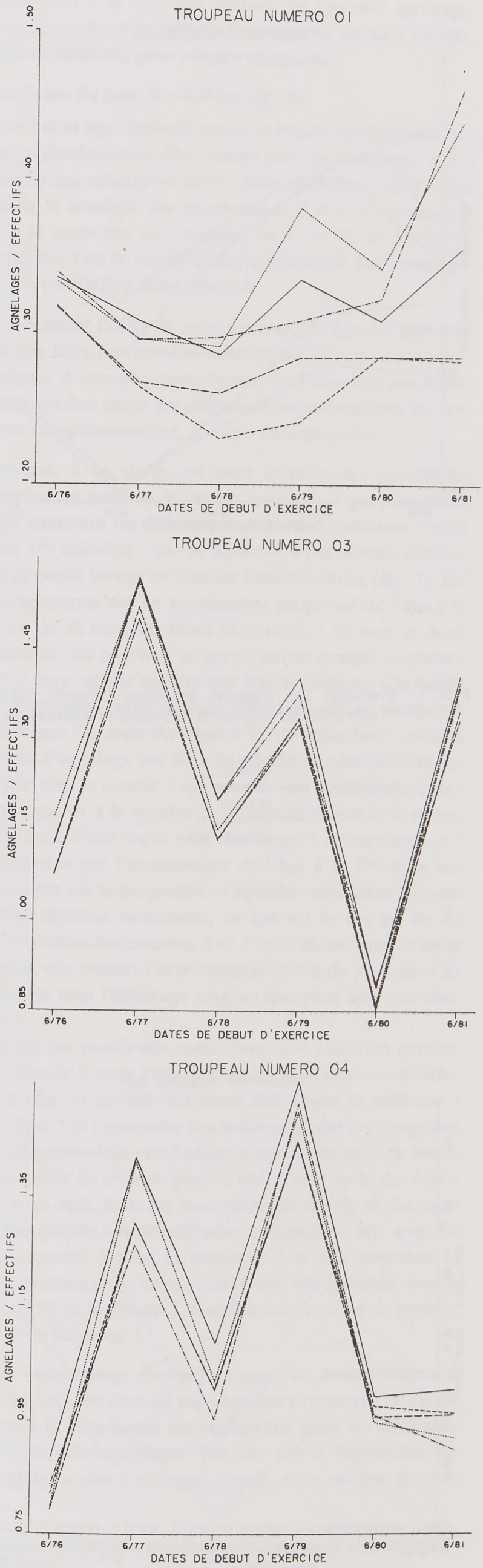
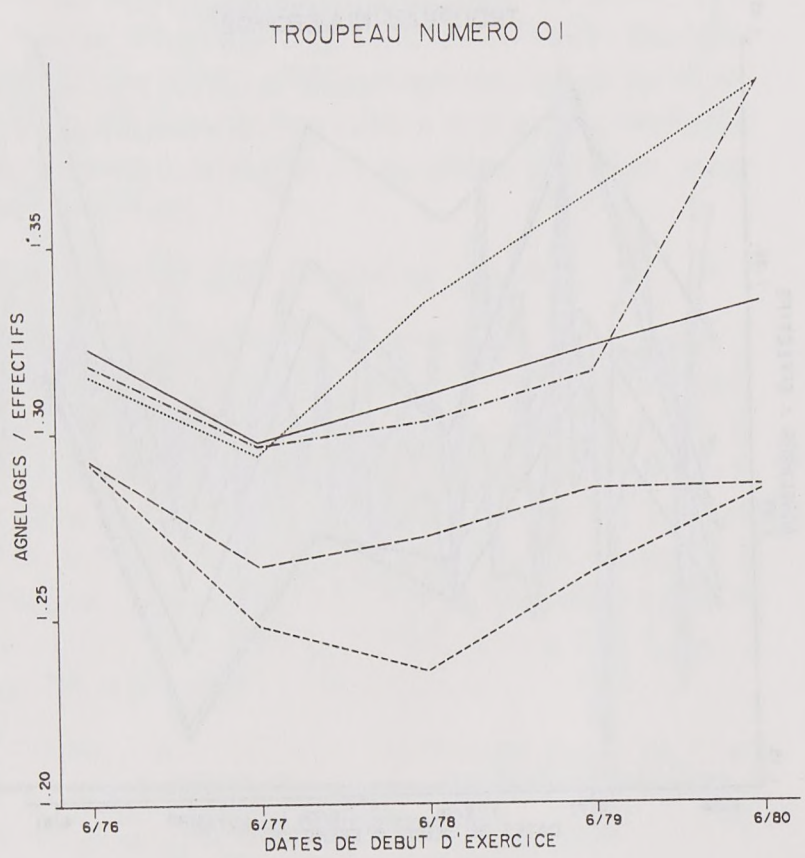
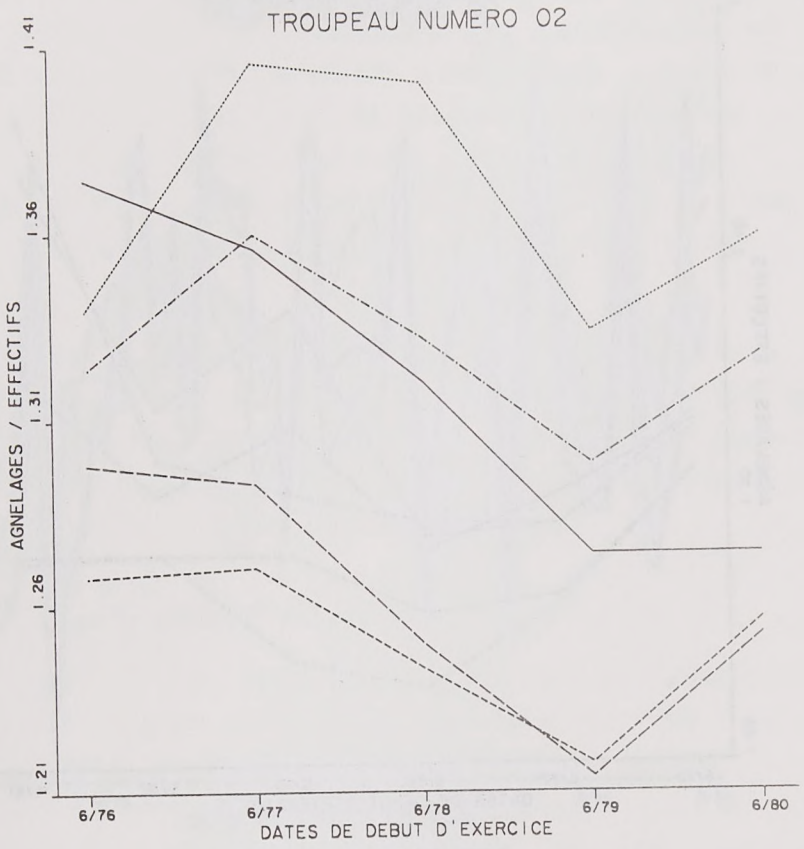


FIG. 6 : *Evolution des rapports agnelages / effectifs calculés au 1er juin selon les différentes méthodes (exercices de 12 mois)*





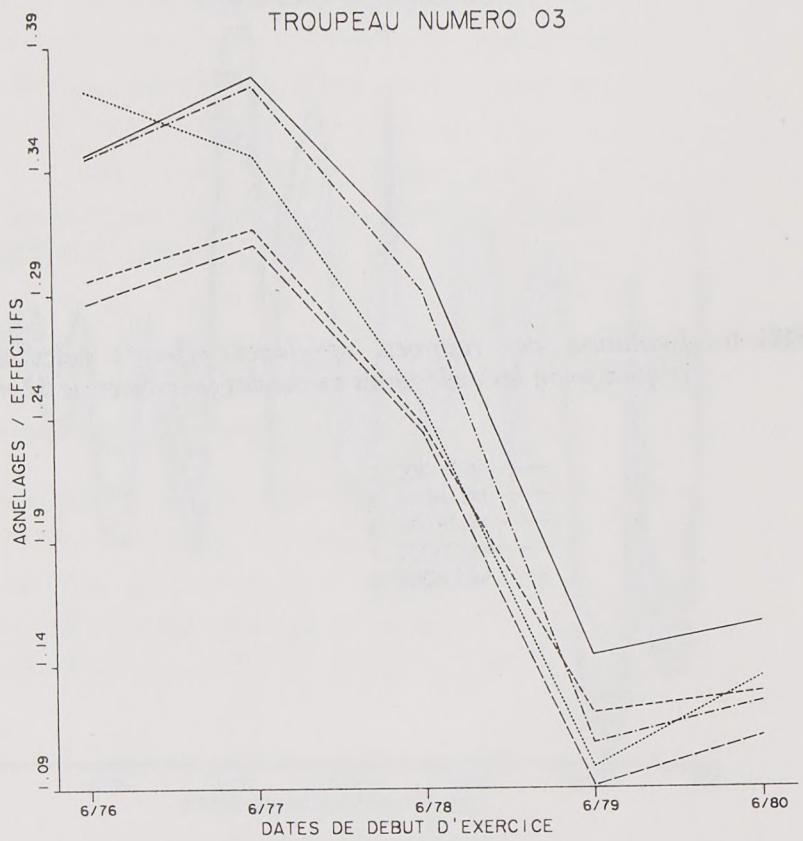
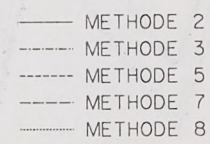
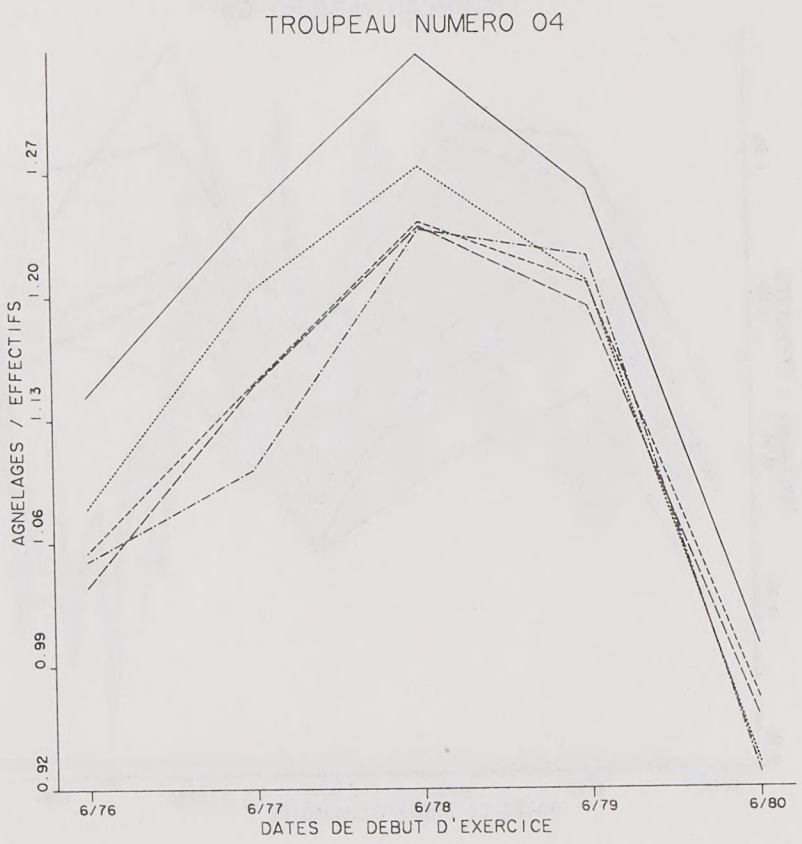
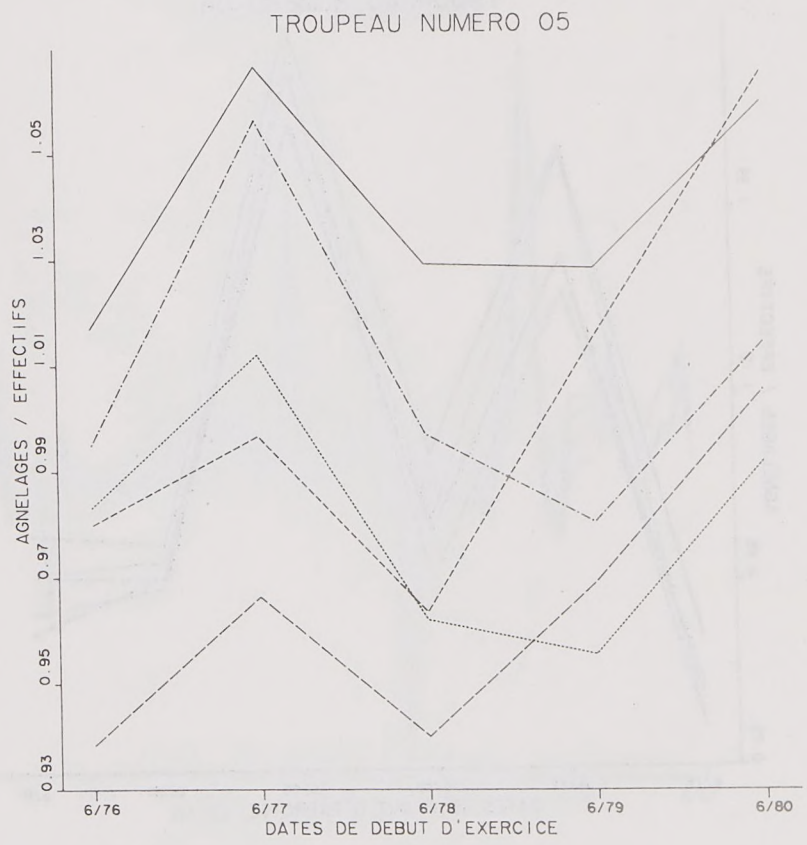


FIG. 7 : *Evolution des rapports agnelages / effectifs calculés au 1er juin selon les différentes méthodes (exercices de 24 mois)*







milieu (troupeaux 2 et 4) d'une période de moindre agnelage. Nous avons donc *choisi la date du 1er juin* pour retracer l'évolution du taux de mise-bas pour chaque troupeau.

a) Evolution du taux de mise-bas (fig. 6)

L'observation des résultats révèle la bonne concordance des différentes méthodes entre elles, même pour les troupeaux 1 et 5 où l'amplitude des valeurs est faible. Elles traduisent toutes bien la cyclicité de la conduite des troupeaux 2, 3 et 4, et aucune n'a « manqué » le point bas de l'exercice du 1/6/80 au 31/5/81 pour le troupeau 3 où la remise en lutte habituelle des femelles à l'automne n'a pas eu lieu cette année-là.

Afin d'éliminer l'effet de cette cyclicité, la figure 7 présente l'évolution des taux de mise-bas calculés sur 24 mois successifs. La concordance d'ensemble reste bonne. La discussion des divergences entre courbes exige préalablement la présentation de certains critères complémentaires, qui sera faite plus loin.

Néanmoins, à ce stade, on peut montrer les possibilités d'interprétation en prenant le cas du troupeau 2 qui permet de comprendre comment les différentes méthodes traduisent l'effet de l'âge à la 1ère mise-bas ; car sa conduite a par ailleurs été stable, ce qui apparaît lorsqu'on élimine l'effet cyclicité (fig. 7). En effet, il se caractérise par un avancement progressif de l'âge à la 1ère mise-bas, de 22 mois en début de période à 13 mois et demi en fin de période. La courbe 2 ne prend pas en compte ce phénomène, à juste titre, et elle montre une légère tendance à la baisse du rythme d'agnelage sur la période (5). Mais cela est compensé partiellement par l'avance de l'âge à la 1ère mise-bas : celui-ci accroît le taux d'agnelage par femelle effectif de plus de 12 mois, ce que traduit bien la courbe 3 qui montre une amélioration progressive par rapport à la courbe 2 ; la courbe 8 traduit le même phénomène, mais d'une façon plus chaotique. Les courbes 5 et 7 sont peu touchées par l'avancement de l'âge à la 1ère mise-bas jusqu'au moment où la proportion d'agnelles dépassant 20 mois sans mise-bas diminue nettement, ce qui est le cas en fin de période ; l'évolution des courbes 5 et 7 est d'abord proche de la courbe 2, puis elle traduit l'amélioration en fin de période. Cet exemple montre bien l'éclairage original que peut apporter chaque méthode.

Nous pouvons porter dès maintenant une attention particulière à la méthode 8 dont l'interprétation est délicate et limitée. On constate (fig. 7) qu'elle suit assez fidèlement la méthode 5 pour le troupeau 5 et l'ensemble des méthodes pour les troupeaux 3 et 4. On note cependant une évolution inverse de celle de toutes les autres en début de période pour le troupeau 3, avec des écarts très limités il est vrai. Pour les troupeaux 1 et 2, elle se distingue un peu du groupe des autres méthodes construites ; elle amplifie fortement la courbe 5 pour le troupeau 2 et elle surestime la valeur du 4e exercice pour le troupeau 1 (fig. 6), épousant ainsi le comportement de la méthode 2, avant de suivre en fin de période l'évolution de la méthode 3.

Aucune incohérence flagrante n'apparaît donc réellement dans les évolutions des taux de mise-bas intratroupeaux. Il en est de même pour le classement intertroupeaux pour les différents exercices, mais cela s'explique par les écarts importants de rythme d'agnelages des 5 élevages choisis. Cela est vrai pour le 1er juin.

(5) portant sur les brebis adulte. C'est en partie la conséquence d'une augmentation des effectifs sur une surface fourragère et pour des bâtiments déjà chargés.

Qu'en est-il pour les autres dates ?

b) Comparaison des classements

La synthèse des différentes courbes étant peu aisée à faire empiriquement, nous avons choisi d'analyser les classements des taux de mise-bas des 5 troupeaux aux 5 exercices de 24 mois fournis par les 5 méthodes (soit 5 ensembles de 25 valeurs à classer). Cette analyse est à faire séparément pour les 12 mois de début d'exercice possibles.

Le critère d'analyse est le coefficient de concordance de Kendall (SIEGEL, 1956), dont les valeurs pouvant varier de - 1 à + 1, peuvent s'interpréter comme celles d'un coefficient de corrélation.

Les 12 valeurs correspondant aux 12 dates possibles sont rassemblées dans le tableau 4. Elles sont toutes proches de 1, ce qui traduit une concordance très bonne, peu étonnante vu l'étendue de la plage de variation des taux. La concordance est cependant maximum pour le mois de juillet et minimum pour celui de janvier. Elle reste excellente pour mai et juin, ce qui peut renforcer le choix de juin comme date d'exercice.

La moins bonne concordance obtenue au mois de janvier peut néanmoins provenir soit d'une moins bonne liaison d'ensemble soit d'une divergence d'une méthode particulière. Pour le voir, il est nécessaire d'analyser la concordance des méthodes prises 2 à 2, traduite par le coefficient d'association de Kendall (SIEGEL, 1956), qui peut également s'interpréter comme un coefficient de corrélation. Nous avons calculé ces coefficients pour chacune des 12 dates d'inventaires. Seules les valeurs correspondant à juillet et à janvier sont rapportées aux tableaux 5 et 6. Celles de juillet sont les plus élevées. En revanche, en janvier, on note une dégradation générale des coefficients d'association, sauf pour le couple méthode 2-méthode 5 ; la méthode 8 montre une concordance faible avec chacune des autres, particulièrement la 7. De plus, cette méthode présente la moins bonne concordance avec le classement moyen fourni par l'ensemble des 5 méthodes (tabl. 7), particulièrement aux mois de décembre et janvier.

Si les méthodes sont relativement interchangeables avec une date d'inventaire correcte, le choix de l'une d'entre elles reste délicat lorsqu'on est contraint de retenir une date défavorable (1er janvier par exemple) et la méthode 8 est alors à rejeter.

Conclusion : Il paraît clairement opportun de ne pas retenir la méthode 8 qui, bien qu'intéressante de par sa simplificité de mise en œuvre, reste la moins fiable. Elle est moins sûre lorsque la date d'inventaire est bien choisie, et surtout elle est plus sensible au choix de la date d'exercice ; elle montre ainsi la cohérence la moins bonne avec les autres méthodes, principalement lorsque le choix de l'exercice est peu approprié, ce qui peut être fréquemment le cas pour des nécessités comptables.

Nous conservons pour l'instant les quatre autres méthodes, dont il est indispensable *de qualifier les effectifs calculés*. Nous proposons la nomenclature suivante :

Méthode 2 : brebis effectif
Méthode 3 : femelles effectif de plus d'un an
Méthode 5 : femelles pouvant mettre bas
Méthode 7 : brebis effectif et agnelles pouvant mettre bas.

TABLEAU 4

Concordance des méthodes de calcul du taux de mise-bas en fonction de la date de début d'exercice

Dates de début d'exercice	Coefficients de concordance de Kendall*
1/1	0,861
1/2	0,896
1/3	0,936
1/4	0,929
1/5	0,945
1/6	0,943
1/7	0,965
1/8	0,939
1/9	0,926
1/10	0,934
1/11	0,890
1/12	0,895

TABLEAU 5

*Coefficients d'association de Kendall** entre les méthodes avec inventaire au 1er juillet*

	2	3	5	7
3	0,85			
5	0,86	0,79		
7	0,94	0,84	0,91	
8	0,82	0,94	0,76	0,83

TABLEAU 6

*Coefficients d'association de Kendall** entre les méthodes avec inventaire au 1er janvier*

	2	3	5	7
3	0,75			
5	0,81	0,70		
7	0,68	0,78	0,73	
8	0,71	0,67	0,63	0,55

TABLEAU 7

Coefficients d'association de Kendall entre chaque méthode et le classement moyen fourni par les 5 méthodes

Mois M	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	MOYENNE
2	0,844	0,793	0,835	0,877	0,861	0,866	0,953	0,885	0,880	0,836	0,833	0,863	0,861
3	0,828	0,831	0,830	0,828	0,904	0,866	0,900	0,895	0,920	0,885	0,795	0,825	0,859
5	0,829	0,776	0,841	0,860	0,867	0,902	0,871	0,851	0,873	0,834	0,758	0,873	0,845
7	0,773	0,827	0,897	0,890	0,942	0,924	0,951	0,888	0,903	0,914	0,943	0,864	0,893
8	0,684	0,904	0,884	0,830	0,865	0,847	0,864	0,859	0,800	0,853	0,835	0,739	0,830

* Les valeurs du coefficient de concordance de Kendall peuvent s'interpréter comme celles d'un coefficient de corrélation classique, la concordance parfaite des classements donnant la valeur 1 et l'indépendance totale la valeur 0.

** Le coefficient d'association de Kendall est l'équivalent d'un coefficient de corrélation mais établi sur le classement des valeurs et non sur les valeurs elles-mêmes. Si deux méthodes donnaient le même classement, leur coefficient d'association vaudrait 1.

III. Quelques critères complémentaires

Le nombre d'agnelages par femelle, la prolificité des mères et la mortalité des agneaux, pour essentiels qu'ils soient, ne sont pas suffisants pour décrire le fonctionnement d'un troupeau. Le calcul d'un certain nombre de critères complémentaires paraît souhaitable.

Préalablement, il faut prendre en compte une difficulté spécifique aux troupeaux ovins, qui résulte des erreurs éventuelles ou des impossibilités d'identification des brebis (pertes de boucles, tatouages illisibles, etc...). Dans bon nombre de cas, le bon sens permet de réattribuer une partie des erreurs de façon quasi-certaine. Mais on ne peut le faire pour toutes. Une certaine proportion d'agnelages reste inattribuable.

Il est donc nécessaire de distinguer parmi les agnelages totaux (La, qui a servi à l'établissement des taux de mise-bas), les agnelages non attribués (La x).

Ceci permet de définir un taux d'agnelages non attribués $(\frac{La\,x}{La})$, qui permet de relativiser les critères qui s'appuient sur les données individuelles d'agnelage.

Notons également que les agneaux signalés « sans mère » ou « nés de mère inconnue » (Nø) ne rentrent pas dans cette catégorie. Il s'agit la plupart du temps d'agneaux issus de portées multiples mort-nés ou mal adoptés. A ce titre, ils ne définissent pas un agnelage et n'interviennent que dans le calcul de la prolificité globale.

1. L'âge moyen à la première mise-bas

Au cours de la discussion sur les méthodes de calcul des effectifs, nous nous sommes déjà référés à ce critère pour comprendre les variations du nombre d'agnelages par femelle effectif de plus d'un an. Il apporte de plus un élément supplémentaire important dans la discussion de la prolificité des agnelles et de la mortalité de leur agneaux. Toutes les premières mises-bas d'agnelles élevées ou achetées sont prises en compte pour le calcul, quel que soit leur âge.

2. Le pourcentage de femelles agnelant deux fois

Certaines femelles mettent bas deux fois dans l'exercice, et leur deuxième agnelage est qualifié *Lad*. Ils sont toujours identifiés.

Le pourcentage de femelles agnelant deux fois correspond au rapport de leur nombre au nombre de femelles mettant bas au moins une fois dans l'exercice et identifiées :

$$\frac{Lad}{La - Lad - La x}$$

Les valeurs calculées sur un an pour les 72 « exercices » définis comme dans le chapitre II sont présentées sur la figure 8. Le critère apparaît bien entendu très sensible au choix de la date. Pour les troupeaux soumis à une conduite cyclique sur 2 ans (troupeaux 2, 3 et 4), on le calculera sur 24 mois de façon à avoir une idée juste du rythme d'agnelage. C'est le cas dans la plupart des systèmes accélérés dérivant de 3 agnelages en 2 ans.

3. La proportion de jours de présence sans mise-bas

Une des difficultés d'interprétation des résultats des méthodes 2, 3 et 7 provient de l'importance plus ou moins grande des durées de présence sans mise-bas. Nous proposons donc comme facteurs explicatifs des résultats obtenus par brebis effectif ou par femelle effectif de plus d'un an les deux critères suivants :

- la proportion de jours de présence sans mise-bas pour les brebis (critère explicatif des 3 méthodes) ; c'est la somme des durées de présence des brebis présentes à l'inventaire d'entrée et des brebis achetées, qui n'ont pas mis-bas au cours de l'exercice rapportée à la somme des durées de présence de toutes les brebis ;
- la proportion de jours de présence sans mise-bas pour l'ensemble du troupeau (critère explicatif des méthodes 2 et 3) ; c'est la somme des durées de présence des femelles qui n'ont pas mis-bas dans l'exercice rapportée aux jours de présence totaux, les femelles étant prises en compte comme dans la méthode 3 (agnelles comptées à partir de l'âge d'un an).

La figure 8 montre que les valeurs obtenues peuvent atteindre des niveaux insoupçonnables lorsqu'on considère seulement le nombre d'agnelages par femelle effectif de plus d'un an. Par exemple, la productivité du troupeau 4 est de 84 agnelages pour 100 femelles effectif de plus d'un an (méthode 7), pour l'exercice 1/6/76 - 31/5/77 ; cette faible valeur provient d'une forte proportion de jours de présence de brebis sans mise-bas, mais celle-ci atteint 43 p.100, ce qui aurait dû entraîner une dégradation plus ample du taux de mise-bas, sachant que la proportion de femelles agnelant 2 fois est très faible pour cet exercice (2 p.100) ; cela attire l'attention sur la compensation qui s'est en réalité produite au sein du troupeau entre la vente de 120 brebis à l'automne 1976 sans mise-bas et la vente de 80 brebis à la même date avec mise-bas dans l'exercice.

4. Le taux d'improductivité

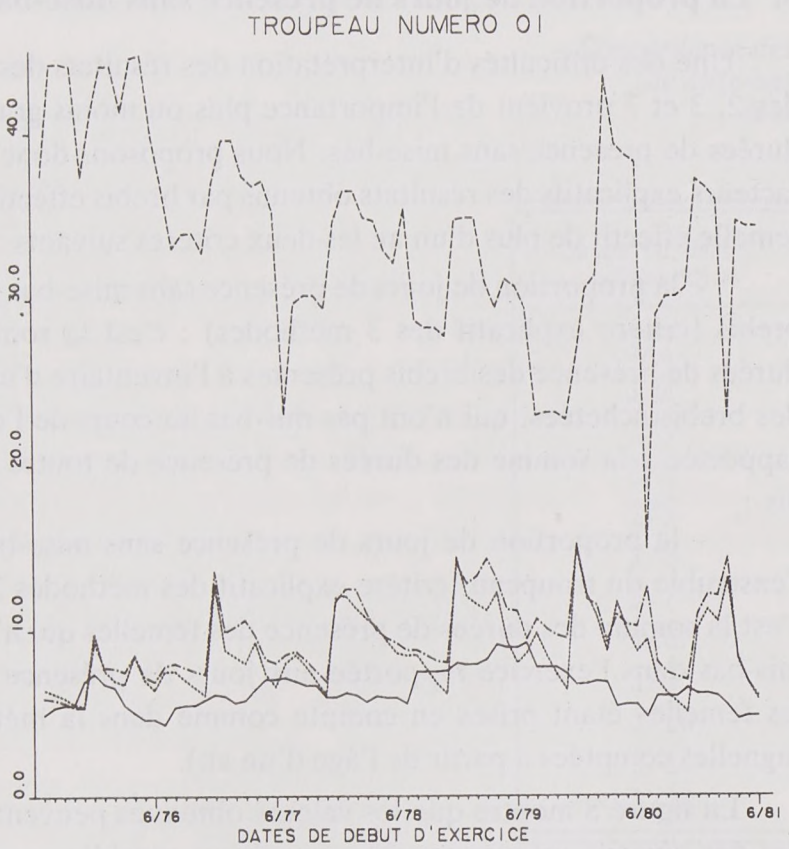
Le faible nombre de mises-bas par brebis provient très souvent, en partie, de la conservation dans le troupeau de femelles improductives, avec des conséquences directes sur les résultats économiques. La proportion des jours de présence sans mise-bas ne constitue qu'une première approche, approximative, du problème, puisqu'elle inclut des durées de présence parfois très courtes, dont on a déjà dit qu'elles ne correspondent pas en réalité à une véritable improductivité (femelles en cours de réforme) et qui n'apparaissent dans les résultats que par la définition des exercices.

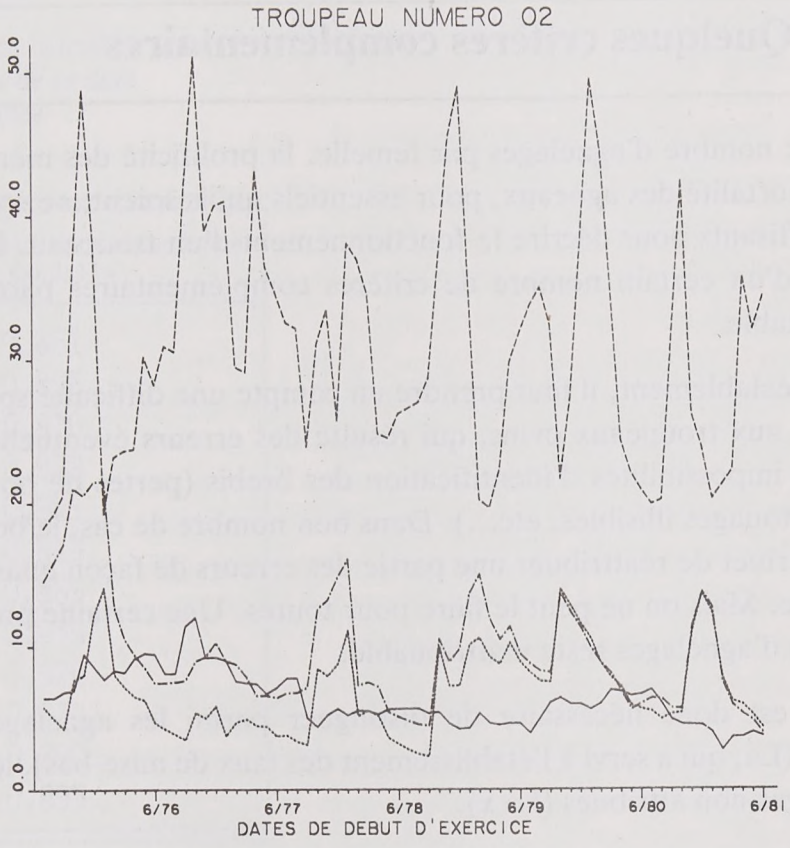
La liaison négative certaine constatée dans les troupeaux de vaches allaitantes entre le taux d'improductivité et les résultats économiques nous conduit à proposer le calcul d'un taux analogue pour les élevages ovins.

On peut définir le taux d'improductivité comme le rapport du nombre de cas d'improductivité constatés dans l'exercice au nombre de cas d'improductivité et de productivité constatés pendant la même période.

a) Les cas d'improductivité (fig. 9)

Une femelle est improductive si elle est conservée trop longtemps sans mise-bas. La difficulté réside dans le choix de la durée limite qu'on lui accorde. Nous envisagerons successivement les cas des brebis, des agnelles du troupeau, et des femelles achetées, avant d'aborder le problème des improductives à « répétition ».





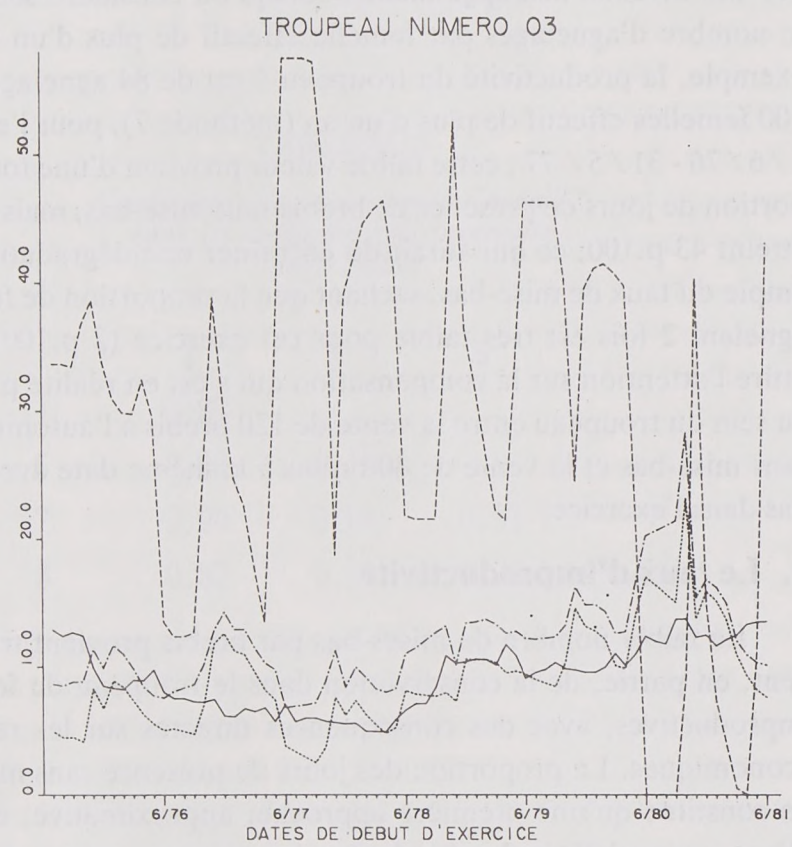
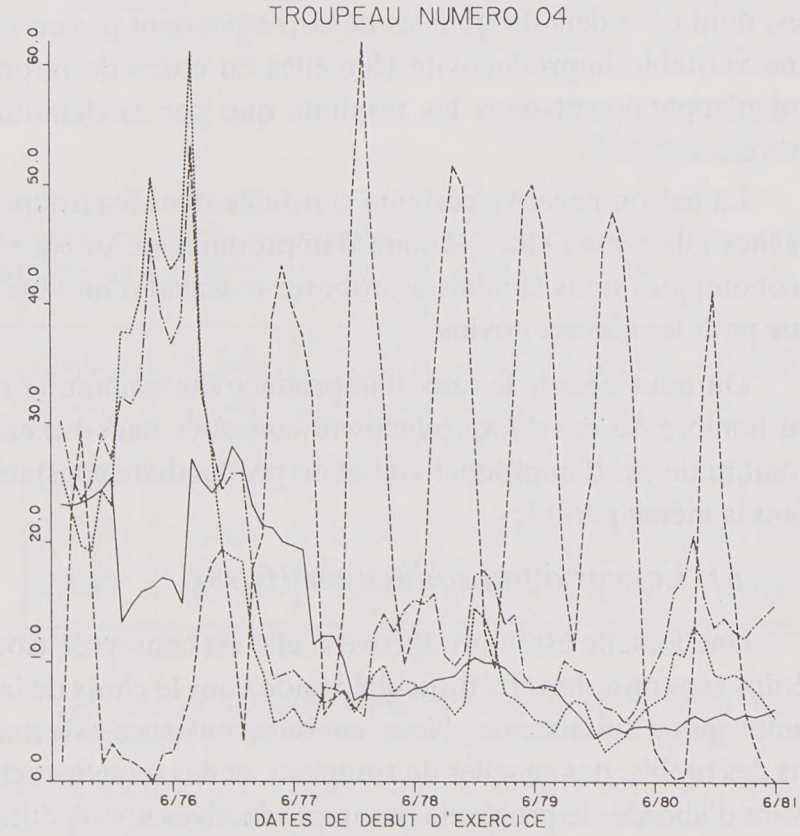
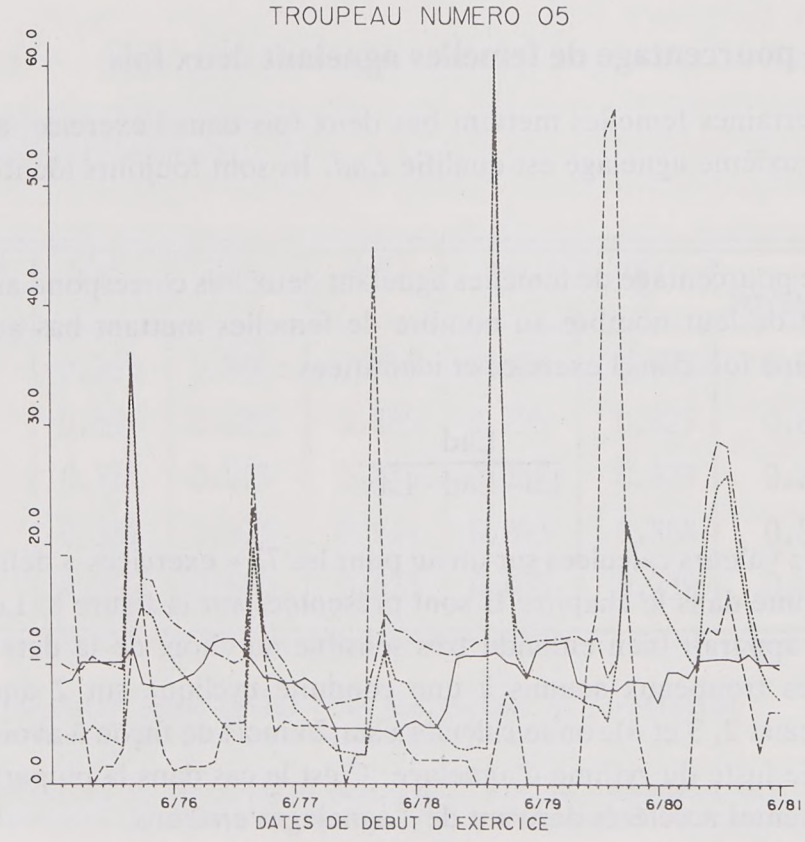


FIG. 8 : *Quatres critères complémentaires calculés pour les 72 « exercices » de 12 mois définis (6 années, 12 dates d'inventaire possibles)*

taux d'improductivité
proportion de femelles agnelant deux fois dans l'exercice
pourcentage de jours de présence sans mise-bas pour les brebis
pourcentage de jours de présence sans mise-bas pour le troupeau





. *les brebis improductives*

Dans un système à agnelage unique, les brebis doivent mettre bas chaque année et celles qui ne remplissent pas devraient être réformées « suffisamment tôt ». L'intervalle normalement admissible entre 2 mises-bas est d'1 an. Dans un système de 3 agnelages en 2 ans, une chance supplémentaire peut être accordée à la brebis vide, ce qui conduit au même intervalle qu'on peut généraliser à tous les systèmes de reproduction.

En fait, l'agnelage s'étale dans le temps, et la brebis qui met bas au début de l'agnelage de l'année n et à la fin de l'agnelage de l'année n + 1 n'est pas improductive. En outre, il faut laisser à l'éleveur le temps de préparer les femelles vides à la vente. Pour répondre à ces exigences, nous avons porté à *16 mois* soit *487 jours* l'intervalle maximum admissible entre la dernière mise-bas et la vente. Nous avons conservé la même valeur pour les intervalles entre deux mises-bas ou entre la dernière mise-bas et la mort de l'animal. Toutes les brebis pour lesquelles l'intervalle est supérieur ou égal à 488 jours, entrent dans la catégorie des improductives, qualifiées R 5 (6) (RV 5 si elles sont vendues et RP 5 si elles sont perdues).

L'improductivité est comptée dans l'exercice où l'intervalle dépasse 16 mois. Pour les brebis présentes aux 2 inventaires d'entrée et de sortie, et n'ayant pas mis bas dans l'exercice, il faut donc évaluer l'intervalle dernière mise-bas - date d'inventaire de sortie. Si celui-ci est supérieur à 16 mois, la brebis sera improductive dans l'exercice en cours (catégorie R 4) ; sinon, son cas sera mis en attente, sans compter dans l'exercice, (catégorie R 4 n) et il sera apprécié l'exercice suivant.

. *les agnelles improductives*

Nous avons considéré que toute agnelle devrait mettre bas avant l'âge de 2 ans, ou plus exactement qu'une agnelle ne devrait pas *être conservée vide au-delà de 19 mois ;* l'improductivité sera donc comptée dans l'exercice où l'agnelle a eu 19 mois, soit 578 jours d'âge . Cette façon de faire nécessite d'attendre pour calculer le critère que toutes les agnelles âgées de 19 à 23 mois à l'inventaire de sortie atteignent l'âge de 2 ans, de façon à déterminer *a posteriori* leur état de gravidité. En fait, dans la pratique, si la date d'inventaire est bien choisie, on sait que le nombre d'animaux concernés sera fréquemment faible, et en tout état de cause, la bonne connaissance de la période de naissance des agnelles et de leur date de lutte permet de déterminer facilement s'il faut attendre, et combien de temps.

Ainsi, on décompte comme improductive toute agnelle ayant eu 19 mois dans l'exercice, qui a mis bas dans l'exercice après 24 mois d'âge (R 5) ou qui a été vendue ou perdue vide (RV 5 et RP 5) ou qui est présente vide à l'inventaire de sortie (R 4). La projection sur l'exercice suivant élimine le problème des animaux en attente, ce qui paraît heureux pour des femelles qui n'ont pas encore fait la preuve de leur fertilité.

. *les femelles achetées*

Les femelles achetées ne sont *jamais* improductives pendant l'exercice où elles ont été acquises.

(6) selon la même nomenclature que celle utilisée pour les vaches allaitantes en cas de vêlage étalé (LIENARD, non publié).

Ainsi, sont improductives dans l'exercice les *brebis achetées l'exercice précédent* pour lesquelles l'intervalle achat mise-bas (RA 5) ou achat-vente ou perte (RAV 5 ou RAP 5) ou achat-inventaire de sortie (RA 4) est supérieur à *365* jours.

Sont également déclarées improductives *les agnelles achetées l'exercice précédent* - qui mettent bas à plus de 2 ans avec au moins 17 mois de présence dans le troupeau (RA 5), - celles qui sortent vides à 19 mois révolus avec au moins 365 jours de présence (RAV 5 et RAP 5), - et celles restées vides à l'inventaire fin, à condition qu'elles soient alors âgées de 19 mois et plus et qu'elles soient présentes depuis plus de 365 jours (RA 4).

. *les improductives à répétition*

Les femelles qui sont déclarées improductives pour un exercice donné dans les catégories R4 ou RA 4, peuvent éventuellement être à nouveau improductives l'exercice suivant. Dans ce cas, on applique les règles suivantes :

- pour les brebis : intervalle mise-bas - mise-bas (catégorie R6) ou mise-bas - vente ou perte (RV 6 et RP 6) ou mise-bas - inventaire de sortie (R 8) supérieur ou égal à *730 jours ;*
- pour les agnelles du troupeau : conservées vides au-delà de *31 mois* d'âge ;
- pour les brebis achetées : *730 jours* de présence sans mise-bas ;
- pour les agnelles achetées : conservées vides au-delà de *31 mois* avec *2 ans* de présence.

Le total des cas d'improductivité dans l'exercice (I) s'obtient ainsi :

I = R 5 - R 4 d'entrée (a) + R 4 de sortie + R 6
(- R 8 d'entrée (a) + R 8 de sortie)
(a) déjà comptés l'exercice précédent.

b) Les cas de productivité

Chaque brebis qui met bas pendant l'exercice constitue un cas de productivité. On ne cherche cependant pas à compenser les improductives par les brebis qui mettent bas 2 fois dans l'exercice : celles-ci sont comptées 1.

Mais une femelle peut très bien être à la fois improductive (constatation faite dans l'exercice) et productive (elle met-bas) ; ce peut être le cas pour les catégories R 5 et R 6.

Les brebis en attente de jugement (R 4 n) sont également comptées dans les cas de productivité... jusqu'à la preuve du contraire. En effet, il peut se faire que cette catégorie soit très nombreuse (un agnelage par an, inventaire mal placé, et retardement de l'agnelage) ; ne pas les compter au dénominateur rendrait le critère inutilisable.

Le dénominateur sera donc la somme des cas d'improductivité (I), du nombre de femelles ayant mis bas dans l'exercice (une ou deux fois) (La - La *x* - Lad) et des non-improductives qui traversent l'exercice sans mettre-bas (R 4 n).

$$\text{Taux d'improductivité} = \frac{I}{I + (La - La\,x - Lad) + R\,4\,n}$$

Les taux d'improductivité ainsi calculés sont présentés à la figure 8. On peut constater *la faible sensibilité du critère au choix de la date d'inventaire,* ce qui constitue le principal intérêt de la méthode de calcul proposée. Pour ce qui concerne les cas

1) - IL Y A MISE-BAS OU VENTE OU PERTE PENDANT L'EXERCICE

a) - Brebis ayant déjà mis-bas dans le troupeau

Intervalle mise-bas	- mise-bas ⩾ 488 jours et < 730 jours	R5
	- vente " " " "	RV5
	- perte " " " "	RP5
Intervalle mise-bas	- mise-bas ⩾ 730 jours	R6
	- vente " "	RV6
	- perte " "	RP6

b) - Agnelles du troupeau

Age à la mise-bas	⩾ 730 jours et < 1 095 jours	R5
vente vide	⩾ 578 jours et < 943 jours	RV5
perte vide	" " " "	RP5
Age à la mise-bas	⩾ 1 095 jours	R6
vente vide	⩾ 943 jours	RV6
perte vide	" "	RP6

c) - Brebis achetées

Intervalle achat	- 1ère mise-bas ⩾ 365 jours et < 730 jours	RA5
	- vente " " " "	RAV5
	- perte " " " "	RAP5
Intervalle achat	- 1ère mise-bas ⩾ 730 jours	RA6
	- vente " "	RAV6
	- perte " "	RAP6

d) - Agnelles achetées

Présence ⩾ 517 jours et < 882 jours et âge à la mise-bas ⩾ 730 j.	RA5
Présence ⩾ 365 jours et < 730 jours et âge à la vente vide ⩾ 578 j.	RAV5
Présence ⩾ 365 jours et < 730 jours et âge à la perte vide ⩾ 578 j.	RAP5
Présence ⩾ 882 jours et âge à la mise-bas ⩾ 1 095 jours	RA6
Présence ⩾ 730 jours et âge à la vente vide ⩾ 943 jours	RAV6
Présence ⩾ 730 jours et âge à la perte vide ⩾ 943 jours	RAP6

2) - IL N'Y A NI MISE-BAS, NI VENTE, NI PERTE PENDANT L'EXERCICE

a) - Brebis ayant déjà mis-bas dans le troupeau

Intervalle dernière mise-bas	- inventaire de sortie < 488 jours	R4n
" " " "	" " " ⩾ 488 j. et <730 j.	R4
" " " "	" " " ⩾ 730 jours	R8

b) - Agnelles du troupeau

Age à l'inventaire de sortie ⩾ 578 jours et vides	R4
" " " " " ⩾ 943 jours et vides	R8

c) - Brebis achetées

Intervalle achat - inventaire de sortie ⩾ 365 j. et < 730 jours	RA4
" " " " " ⩾ 730 jours	RA8

d) - Agnelles achetées

Présence ⩾ 365 jours, âge à l'inventaire de sortie ⩾ 578 j., vides	RA4
Présence ⩾ 730 jours, âge à l'inventaire de sortie ⩾ 943 j., vides	RA8

I = (R5 + RV5 + RP5 + RA5 + RAV5 + RAP5) + (R4 + RA4) de sortie - (R4 + RA4) d'entrée
+(R6 + RV6 + RP6 + RA6 + RAV6 + RAP6) + (R8 + RA8) de sortie - (R8 + RA8) d'entrée

FIG. 9 : *Les cas d'improductivité* (I)
(Une femelle ne peut appartenir qu'à une seule catégorie)

d'improductivité des brebis, nous avons testé l'effet du choix d'un intervalle mise-bas - mise-bas de 14, 15 ou 17 mois, de façon à déceler un effet de seuil éventuel. Celui-ci ne semble pas exister ; le passage de 14 à 15 mois fait « perdre » 14 p.100 des cas d'improductivité environ, contre 9 p.100 lors du passage de 15 à 16 mois et également 9 p.100 de 16 à 17 mois.

IV. Discussion et synthèse

Ces différentes estimations de la productivité, auxquelles s'ajoutent les critères complémentaires permettent un *diagnostic* du fonctionnement du troupeau et de son évolution. De même, il est possible de comprendre *l'origine des écarts* entre troupeaux. Néanmoins, cette analyse reste assez délicate du fait des biais que nous avons soulignés au départ et qui ne sont pas éliminés complètement.

1. Il est possible d'expliquer les évolutions intra-troupeaux importants

Le mieux est sans doute de raisonner sur quelques exemples afin de faire comprendre la démarche générale

a) Exemple d'un troupeau qui connaît une fluctuation importante de sa productivité

Troupeau 3 ; Période de 12 mois

	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82
. Agnelages par brebis effectif (2) (%)	120,2	140,4	88,9	140,9
. Agnelages par femelle effectif de plus de 1 an (3)(%)	120,1	137,6	85,1	138,9
. Agnelages par femelle pouvant mettre bas (5)(%)	113,4	133,7	89,6	133,5
. Agnelages par brebis effectif et agnelles pouvant mettre bas (7)(%)	113,6	132,6	85,5	135,0
. % de femelles mettant bas 2 fois	21,8	46,3	0,0	43,0
. Taux d'improductivité (%)	6,6	9,1	12,4	13,5
. % de jours de présence brebis sans mise-bas	8,2	9,4	17,0	7,6
. % de jours de présence totaux sans mise-bas	11,0	12,2	20,2	10,1
. Age moyen à la 1ère mise-bas (jours)	475	515	501	535
. Pourcentage d'agnelages non attribués	0	0	0	0

Pour ce troupeau soumis à une conduite cyclique (agnelage principal d'automne et deuxième agnelage de printemps), les taux de mise-bas calculés traduisent essentiellement l'évolution du pourcentage de femelles mettant-bas deux fois. La rupture dans la conduite du troupeau (lutte habituelle d'automne non effectuée en 1980) fait chuter en 1980/81 tous les taux en-dessous de 90 p.100 et se traduit également par une élévation importante des pourcentages de jours de présence sans mise-bas. Par contrecoup, ceux-ci sont minimaux l'année suivante (toutes les femelles ont été « recyclées »). Le taux d'improductivité augmente modérément en 1980/81 mais son ascension se poursuit en 1981/82 en raison du grand nombre de brebis en attente (R 4 n) au 1er juin 1981. Certaines agnelles qui auraient dû mettre bas au printemps 81 ont eu un premier agnelage différé, ce qui explique l'âge moyen à la première mise-bas plus élevé au deuxième exercice.

Ajoutons que le fait que cette rupture ait eu lieu dans un point bas du cycle a atténué son effet néfaste sur l'ensemble des critères.

b) Exemples de comparaison de troupeaux

1er exemple : deux troupeaux ayant une conduite différente et des résultats de productivité proches

Période de 24 mois (1/6/1976 - 31/5/1978)

	Troupeau 4	Troupeau 5
. Agnelages par brebis effectif (2)(%)	114,3	101,7
. Agnelages par femelle effectif de plus de 1 an (3)(%)	105,0	99,5
. Agnelages par femelle pouvant mettre bas (5)(%)	105,5	98,0
. Agnelages par brebis effectif et agnelle pouvant mettre bas (7)(%)	103,5	93,9
. % de femelles mettant bas 2 fois	22	3
. Taux d'improductivité (%)	18,3	8,4
. % de jours de présence brebis sans mise-bas	24	8
. % de jours de présence totaux sans mise-bas	24	11
. Age moyen à la première mise-bas (jours)	577	515
. Pourcentage d'agnelages non attribués	0	2

Le troupeau 4 a une conduite d'agnelages accélérés alors que le troupeau 2 est mené en un agnelage par an. La proportion de femelles mettant bas 2 fois le montre clairement et l'écart est de 19 points. Pourtant, l'écart de productivité mesuré par les méthodes 2, 5 et 7 est de 8 à 12 points seulement car le troupeau 4 maîtrise mal son système, ce que traduisent bien les différents critères complémentaires : le taux d'improductivité est très élevé, le pourcentage de jours de présence totaux sans mise-bas important. En revanche, le troupeau 5 a des résultats moyens dans son mode de conduite.

L'écart entre les 2 troupeaux se réduit à 5 points lorsqu'on considère la méthode 3, car s'ajoute encore la différence de 2 mois d'âge à la mise-bas, en défaveur du troupeau 4.

2e exemple : deux troupeaux ayant une conduite accélérée et des résultats différents

(Périodes de 24 mois)

	1ère période (1/6/1979 - 31/5/1981)		2e période (1/6/1980 - 31/5/1982)	
	Troupeau 1	Troupeau 2	Troupeau 1	Troupeau 2
. Agnelages par brebis effectif (2)(%)	132,3	127,4	133,4	127,4
. Agnelages par femelle effectif de plus de 1 an (3)(%)	131,6	129,8	139,3	132,7
. Agnelages par femelle pouvant mettre bas (5) (%)	126,2	121,8	128,4	125,6
. Agnelages par brebis effectif et agnelle pouvant mettre bas (7)(%)	128,5	121,4	128,5	125,2
. % de femelles mettant bas 2 fois	34,2	26,2	36,1	27,9
. Taux d'improductivité (%)	7,3	5,6	5,1	5,1
. % de jours de présence brebis sans mise-bas	8,3	7,1	7,2	4,9
. % de jours d'agnelles sans mise-bas	18,0	10,0	11,0	5,0
. % de jours totaux sans mise-bas	10,7	7,6	8,1	4,9
. Age moyen à la 1ère mise-bas (jours)	494	483	470	440
. Pourcentage d'agnelages non attribués	0	0	0	0

Le troupeau 1 est conduit en 3 agnelages en 2 ans, pratiqué sur 2 groupes de femelles menées parallèlement (agnelages en juijuillet, novembre et mars). Le troupeau 2 est conduit en agnelage continu avec 2 périodes principales, l'automne et le printemps.

* *1ère période de 24 mois* (1979-1981)

La proportion de femelles mettant bas 2 fois est plus élevée

dans le troupeau 1, avec 8 points d'écart. Cela se traduit par une différence du même ordre (7 points) pour la méthode 7, et légèrement plus faible (5 points) pour la méthode 5, alors que la proportion de jours de présence brebis sans mise-bas n'est que légèrement plus élevée dans le troupeau 1. Mais celle-ci provient, dans ce dernier troupeau, d'une plus forte proportion de brebis « traversant » l'exercice sans mise-bas (R 4 ou R 4 n), ce qui a pour effet d'accroître davantage les effectifs de la méthode 5, et donc de réduire la productivité calculée selon cette méthode.

Les productivités exprimées par les méthodes 2 et 3 sont plus élevées que celles des méthodes 5 et 7. Cela est très fréquent et provient de ce que les temps de présence des agnelles mettant bas sont le plus souvent inférieurs à 1, et la « bonification » qui en résulte est d'autant plus forte que les agnelles mettent bas plus tard dans l'exercice. C'est le cas pour le troupeau 2, dont les agnelles mettent bas en majorité en février (ce qui induit un écart méthode 2 - méthode 7 de + 6 points), alors que les mises-bas d'agnelles se sont faites en moyenne plus tôt (novembre) dans le troupeau 1 (ce qui induit un écart méthode 2 - méthode 7 plus faible, + 3,8 points). Pour la méthode 3, s'ajoute l'influence de l'âge à la 1ère mise-bas. Dans le troupeau 2, celui-ci est de 16 mois, ce qui conduit à un effectif d'agnelles selon la méthode 3 plus faible (puisqu'elles sont comptées à partir de 16 mois moins 5 mois de gestation soit 11 mois d'âge), et la « bonification » est ainsi accrue pour la méthode 3 (+ 8,4 points par rapport à la méthode 7). Cet effet d'amplification ne se retrouve pas sur le troupeau 1, alors que l'âge à la 1ère mise-bas est peu différent : en effet, les 1ères mises-bas se font en réalité aux 3 périodes d'agnelages et les agnelles nées en mars et mettant bas en juillet à 16 mois (37 p.100 du total des primipares) induisent des temps de présence entre 12 mois d'âge et l'inventaire de sortie, sans mise-bas, relativement importants : il y a ainsi 18 p.100 de jours de présence d'agnelles sans mise-bas au total (contre 10 p.100 dans le troupeau 2).

* *2e période de 24 mois* (1980-1982)

On retrouve certaines tendances analogues : la proportion de femelles agnelant 2 fois reste plus élevée pour le troupeau 1 (+ 9 points), ce qui induit une productivité plus élevée selon les méthodes 5 et 7, mais d'une façon toujours atténuée (+ 2,8 et +3,3 points) du fait de la plus forte proportion de jours de présence brebis sans mise-bas dans le troupeau 1.

Dans le troupeau 2, la « bonification » de la méthode 2 par rapport à la méthode 7 est presque annulée car l'âge de la 1ère mise-bas devient inférieur à 14 mois, conséquence de l'avancement des agnelages d'une fraction des agnelles vers octobre ; en revanche, la « bonification » résultant du jeune âge à la mise-bas demeure pour la méthode 3 (+ 7,5 points).

De même, pour le troupeau 1, une modification intervient dans la conduite des agnelles : à cette période, la majeure partie des agnelles nées en mars mettent bas à 1 an, et elles représentent 40 p.100 du total. Ceci a un double effet : - le déplacement des mises-bas d'agnelles vers la fin de l'exercice (en réalité par « anticipation » sur l'exercice suivant) a pour conséquence de réduire les effectifs selon la méthode 2 (la bonification par rapport à la méthode 7 est portée à 5 points), - l'incidence est plus importante encore sur la méthode 3 car s'y ajoutent la réduction des temps de présence d'agnelles sans mise-bas (dont le taux redescend à 11 p.100) et l'effet des mises-bas à 1 an pour une partie d'entre elles : la bonification apportée par la méthode 3 devient ainsi très élevée (+ 10,8 points).

2. L'interprétation d'écarts peu importants reste difficile et aléatoire .

L'exemple qui vient d'être développé montre qu'il est très difficile de faire une interprétation sûre d'écarts intertroupeaux faibles. Les critères complémentaires calculés ne suffisent pas, et il faut y ajouter une série d'informations nécessitant une connaissance poussée du fonctionnement global des troupeaux. Ceci rend très complexe la comparaison simultanée de multiples troupeaux !

De même, l'évolution apparente des résultats d'un même troupeau sur plusieurs années peut rester difficile à comprendre lorsqu'elle est relativement faible (cas du troupeau 1, fig. 6). En effet, ressortent alors les conséquences des différents biais inhérents à chaque méthode, en particulier l'incidence des durées de présence courtes de brebis avec mise-bas (pour les méthodes 2, 3 et 7), dont l'ampleur peut être variable selon les années, en fonction des époques de réforme et surtout du déplacement des dates d'agnelage, dont l'influence, on l'a vu, reste fondamentale.

A cela s'ajoute encore l'effet des données incertaines, notamment les agnelages non attribués. On a déjà indiqué qu'un pourcentage élevé pouvait réduire la fiabilité des résultats. L'exemple suivant le montre clairement :

Troupeau 5 ; Périodes de 12 mois

	1979/80	1980/81	1981/82
. Agnelagespar brebis effectif (2)(%)	99,3	106,5	105,5
. Agnelagespar femelle effectif de plus de 1 an (3)(%)	93,8	102,4	100,5
. Agnelagespar femelle pouvant mettre bas (5)(%)	94,1	109,8	103,4
. Agnelagespar brebis effectif et agnelle pouvant mettre bas (7)(%)	92,5	101,5	99,6
. % de femelles mettant bas 2 fois	0	0	6
. Taux d'improductivité (%)	8,9	15,5	7,1
. % de jours de présence brebis sans mise-bas ..	12	17,7	9,7
. % de jours de présence totaux sans mise-bas ..	11,1	6,8	10,0
. Age moyen à la 1ère mise-bas (jours)	647	604	615
. Pourcentage d'agnelages non attribués	2	15	0

On constate une incohérence pour l'exercice 1980/81. La proportion de femelles mettant bas 2 fois reste nulle et les pourcentages de jours de présence sans mise-bas augmentent, alors que tous les taux de mise-bas s'améliorent. Ceci est dû au fort pourcentage des agnelages non attribués dans cet exercice (15 p.100). En fait, les 4/5 de ces agnelages seraient à attribuer à des brebis qui ont déjà mis-bas dans l'exercice mais dont on ignore l'identité. Ceci porterait à 14 p.100 le taux réel de femelles mettant bas 2 fois dans l'exercice.

Les agnelages non attribués ne modifient jamais le taux de mise-bas calculé suivant la méthode 3 et rarement ceux des méthodes 2 et 7 dans la mesure où les agnelles sont généralement bien identifiées. Ils peuvent par contre conduire à une sous-estimation des effectifs calculés selon la méthode 5 s'ils sont le fait de brebis que l'on a considéré comme sorties dans l'exercice sans mises-bas, brebis que la méthode 5 ne compte pas. Ceci peut expliquer en partie la plus forte hausse des résultats donnés par la méthode 5 pour l'exercice 1980/81.

Brebis effectifs	Ef2	: 317,6
Femelles effectifs de plus d'un an	Ef3	: 299,3
Femelles pouvant mettre bas	Ef5	: 319,0
Brebis effectifs et agnelles pouvant mettre bas	Ef7	: 319,8
Nombre total d'agnelages	La	: 423
dont 2e agnelage dans l'exercice	Lad	: 108
agnelages non attribués	Lax	: 0
Nombre total d'agneaux nés	N	: 609
dont agneaux d'agnelages non attribués	Nx	: 0
agneaux "sans mère"	Nø	: 0
Agneaux morts au 1er et 2e jours	Mn	: 90
Agneaux morts du 3e jour à 2 mois	Mj	: 18
Agneaux morts du 3e mois à 6 mois	Ms	: 0
Total des agneaux morts de la naissance à 6 mois	M	: 108

Jours de présence brebis	JPB	: 96 292
Jours de présence des brebis qui ne mettent pas bas	JPBØ	: 4 100
Jours de présence des femelles qui ne mettent pas bas	JPFØ	: 4 252
Cas d'improductivité	I	: 12
Brebis en attente	R4n	: 2

Répartition des agnelages attribués (La - Lax) :

Agnelages d'agnelles	LaC1	: 76
Agnelages de brebis de moins de 4 ans	LaC2	: 152
Agnelages de brebis de 4 à 6 ans	LaC3	: 140
Agnelages de brebis de 7 ans et plus	LaC4	: 55

Répartition des agneaux attribués (N - Nx - NØ):

Agneaux simples	N1	: 253	Agneaux d'agnelles	NC1	: 106
Agneaux doubles	N2	: 320	Agneaux de brebis de - de 4 ans	NC2	: 208
Agneaux triples	N3	: 36	Agneaux de brebis de 4 à 6 ans	NC3	: 217
Agneaux quadruples et +	N4	: 0	Agneaux de brebis de 7 ans et +	NC4	: 78

Répartition des agneaux morts attribués :

Agneaux simples	M1	: 38	Agneaux d'agnelles	MC1	: 30
Agneaux doubles	M2	: 53	Agneaux de brebis de - de 4 ans	MC2	: 28
Agneaux triples	M3	: 17	Agneaux de brebis de 4 à 6 ans	MC3	: 41
Agneaux quadruples et +	M4	: 0	Agneaux de brebis de 7 ans et +	MC4	: 9

		(EN %)	(EN %)
Agnelages par brebis effectif	La/Ef2	133,2	
Agnelages par femelle effectif de plus d'un an	La/Ef3	141,3	
Agnelages par femelle pouvant mettre bas	La/Ef5	132,6	
Agnelages par brebis effectif et agnelle pouvant mettre bas	La/Ef7	132,3	
Pourcentage d'agnelages non attribués	Lax/(La - Lad - Lax)	0,0	
Pourcentage de femelles mettant bas 2 fois	Lad/(La - Lad - Lax)	34,3	
Taux d'improductivité	I/(I + (La - Lad - Lax) + R4n)	3,6	
Pourcentage de jours de présence sans mise-bas pour les brebis	JPBØ/JPB	4,3	
Pourcentage de jours de présence sans mise-bas pour le troupeau	JPFØ/(Ef3 x 365)	3,9	
Age moyen à la première mise-bas			410 JOURS
Taux de prolificité	N/La	144,0	
Pourcentage d'agneaux simples	N1/(N - Nx - Nø)		41,5
Pourcentage d'agneaux doubles	N2/(N - Nx - Nø)		52,5
" " triples	N3/(N - Nx - Nø)		6,0
" " quadruples et +	N4/(N - Nx - Nø)		0,0
Prolificité des agnelles	NC1/LaC1		139,5
Prolificité des brebis de - de 4 ans	NC2/LaC2		136,8
" " " de 4 à 6 ans	NC3/LaC3		155,0
" " " de 7 ans et +	NC4/LaC4		141,8
Mortalité périnatale des agneaux	Mn/N	14,8	
Mortalité des agneaux du 3e jour à 2 mois	Mj/N	2,9	
Mortalité des agneaux du 3e mois à 6 mois	Ms/N	0,0	
Mortalité globale des agneaux	M/N	17,7	
Mortalité des agneaux simples	M1/N1		15,0
" " " doubles	M2/N2		16,6
" " " triples	M3/N3		47,2
" " " quadruples et +	M4/N4		-
Mortalité des agneaux d'agnelles	MC1/NC1		28,3
" " " de brebis de - de 4 ans	MC2/NC2		13,5
" " " de brebis de 4 à 6 ans	MC3/NC3		18,9
" " " de brebis de 7 ans et +	MC4/NC4		11,5
Agneaux produits par brebis effectif	(N - M)/Ef2	157,7	
Agneaux produits par femelle effectif de plus d'un an	(N - M)/Ef3	167,4	
Agneaux produits par femelle pouvant mettre bas	(N - M)/Ef5	157,1	
Agneaux produits par brebis effectif et agnelle pouvant mettre bas	(N - M)/Ef7	156,7	

FIG. 10 : *Définition et mode de calcul des éléments de productivité en agneaux d'un troupeau ovin*
(Exemple : Troupeau 2 ; Exercice 1/6/81 - 31/5/82)

— le fractionnement de l'apport de l'aliment concentré (4 contre 2 repas) ;
— l'addition de bicarbonate de sodium (20 g par animal et par jour).

Pour cela nous avons utilisé une paille avant ou après traitement à la soude, dans des rations comportant 45 p. 100 de concentré et distribuées à des moutons.

Le fractionnement de l'apport de l'aliment concentré a permis une augmentation faible (+ 4,7 p. 100) mais significative des quantités de paille ingérées.

La limitation des quantités d'aliment distribuées a permis une augmentation très nette de la digestibilité de la paille traitée.

Le fractionnement de l'apport d'aliment concentré a augmenté la digestibilité des rations, mais de façon non significative (+ 1,5 point seulement).

Enfin l'apport de bicarbonate de sodium n'a pas eu d'influence significative sur la digestibilité des rations.

Nous avons mesuré en outre les caractéristiques du jus de rumen pour les différents régimes.

En définitive notre objectif de limiter partiellement la mauvaise utilisation des pailles en présence d'une quantité d'amidon élevée n'a été atteinte que par la limitation des quantités de paille distribuées. Les résultats obtenus sont discutés.

W. MARTIN-ROSSET : Particularités de la croissance et du développement du cheval. *Ann. Zootech.*, 1983, 32 (1), 109-130.

Les études sur la croissance et le développement du cheval ont été passées en revue. Le cheval a par rapport aux autres espèces un poids élevé à la naissance et un potentiel de croissance très important au cours des 2 ou 3 premiers mois. A la naissance, le poulain a un état de développement très avancé et qui se poursuit très rapidement jusqu'à 1 an. L'influence du sexe ne se manifeste qu'à partir de 18-24 mois. Les races lourdes ont des capacités de croissance plus importantes que les races de sang, mais présentent un développement plus tardif. La croissance relative des différents éléments du corps entier, des régions corporelles, et des tissus en fonction de l'âge par rapport à un ensemble de référence tels que le poids vif vide, poids de carcasse et ses variations ne sont pratiquement pas connues. Le cheval est comparé à d'autres espèces.

W. MARTIN-ROSSET, R. BOCCARD, M. JUSSIAUX, J. ROBELIN et Catherine TRILLAUD-GEYL : Croissance relative des différents tissus, organes et régions corporelles entre 12 et 30 mois chez le cheval de boucherie de différentes races lourdes. *Ann. Zootech.*, 1983, 32 (2), 153-174.

L'évolution de la composition anatomique de poulains et pouliches de différentes races lourdes est décrite entre 12 et 30 mois grâce à la méthode des abattages comparatifs (20 animaux abattus et disséqués à 4 stades). Les poulains ont été castrés à 18 mois. L'évolution est exprimée selon la relation allométrique (b : coefficient d'allométrie).

Le cheval est un animal maigre. Le corps entier vide contient en moyenne 50 p. 100 de muscles, 11 p. 100 d'os et seulement 9 p. 100 de dépôts adipeux.

Le 5^{e} quartier et en particulier les organes ont une croissance relative inférieure à 1 sauf le gros intestin. La croissance relative de la carcasse est légèrement supérieure à 1, tandis que celle de l'ensemble des dépôts adipeux est voisine de 2.

Les tissus se développent selon la hiérarchie classique : squelette $b = 0,71$; muscle $b = 0,98$; et dépôts adipeux $b = 2,04$.

Les pannes (gras thoracique adhérant à la face interne du sternum) ont une croissance relative plus élevée ($b = 1,58$) que les dépôts sous-cutanés ($b = 1,14$). Les dépôts adipeux du 5^{e} quartier ont une croissance relative plus faible ($b = 0,73$).

Les régions musculaires ont un développement différentiel peu marqué.

Il n'y a pas de différences significatives de la croissance relative des différents tissus ou régions musculaires entre mâle et femelle d'une part et entre les diverses races lourdes étudiées d'autre part.

Les résultats obtenus chez le cheval sont discutés par rapport aux données observées chez les bovins.

M. DOREAU : Influence de la prise alimentaire sur les variations de différents constituants plasmatiques chez la vache en fin de gestation et en début de lactation. *Ann. Rech. vét.*, 1983, 14 (1), 39-48.

Sur quatre vaches laitières recevant un régime principalement composé de 60 % d'ensilage de maïs et 40 % de concentré, on a effectué des prélèvements de sang à la veine jugulaire avant et 2 h après la distribution d'aliments du matin, deux fois par semaine entre quatre semaines avant et six semaines après le vêlage. Cinq constituants plasmatiques ont été analysés : glucose, acides gras non estérifiés, β-hydroxybutyrate, acétate, urée. Les variations prandiales sont différentes selon l'état physiologique. En particulier, la diminution de concentration en acides gras non estérifiés après le repas est prononcée en début de lactation et faible en fin de gestation ; la teneur en β-hydroxybutyrate augmente après le repas en fin de gestation, mais pas en début de lactation. Ces résultats sont discutés en relation avec les variations du bilan énergétique et du niveau d'ingestion. Les relations entre les teneurs de différents constituants plasmatiques sont souvent plus étroites avant le repas qu'après, notamment entre les teneurs en acides gras non estérifiés et en β-hydroxybutyrate. La teneur en acides gras non estérifiés est très étroitement liée au bilan énergétique, mis à part dans les 10 jours qui précèdent le vêlage.

J.M. BESLE, M. POUGHEON, E. BAYLE, P. THIVEND : Etude des glucides totaux et des glycoprotéines endogènes des contenus intestinaux chez le veau préruminant. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (1), 25-39.

D. BAUCHART : Evolution avec l'âge de la cholestérolémie et de la triglycéridémie postprandiales chez le veau préruminant ; influence de l'ingestion de sorbitol. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (2A), 183-194.

Michèle BALAGE, J. GRIZARD, R. PION : Glucagon binding to purified liver plasma membranes from growing rats undergoing energy restriction. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (2A), 183-194.

Le but du présent travail est l'étude des récepteurs de glucagon dans le foie chez le rat en croissance soumis ou non à une restriction énergétique. Pour cela, des rats mâles de souche Sprague-Dawley sont répartis en deux lots. Le lot Témoin reçoit un régime équilibré à 11,8 % de protéines ; le lot soumis à la restriction énergétique reçoit en quantité limitée un régime riche en protéines (19,8 % de protéines). L'aliment est distribué en 6 repas égaux régulièrement répartis au cours du nycthémère. Les rats sont sacrifiés au poids moyen vif de 155 g. Les membranes plasmiques du foie sont préparées selon la méthode de Neville, leur degré de purification est déterminé par les activités 5'-nucléotidase et phosphodiesterase. La fixation du glucagon aux membranes est mesurée au moyen de ^{125}I-glucagon. Le glucagon intact au terme des incubations est déterminé par sa capacité à se fixer à nouveau à des membranes plasmiques.

A 30 °C la fixation spécifique apparente du ^{125}I-glucagon aux membranes augmente en fonction de la durée d'incubation, elle atteint un maximum à partir d'une durée d'incubation voisine de 2 h. Pour une concentration constante en ^{125}I-glucagon, cette valeur maximum diminue à mesure que la concentration en glucagon non radioactif augmente. De plus, lorsque ce maximum de fixation est atteint, un excès de glucagon non radioactif entraîne une dissociation de la fixation du ^{125}I-glucagon aux membranes selon une période de demi-vie d'environ 1 heure.

La fixation spécifique apparente du ^{125}I-glucagon aux membranes est plus faible chez les rats soumis à la restriction énergétique que chez les rats témoins. Ceci est en accord d'une part avec la diminution de l'hormone intacte au terme des incubations et d'autre part avec la réduction de la pureté des membranes observée chez les animaux restreints en énergie. Ceci peut aussi traduire une réduction de la fixation du glucagon à ses récepteurs sous l'effet de la restriction énergétique. De plus, la vitesse de dissociation du ^{125}I-glucagon fixé aux membranes est plus rapide chez les rats soumis à la restriction énergétique que chez les rats témoins.

D. DURAND, J.P. BARLET, G.D. BRAITHWAITE : The influence of 1,25-dihydroxycholecalciferol on the mineral content of foetal guinea pigs. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (2A), 235-244.

L'influence du 1,25-dihydroxycholécalciférol (0,05 µg/kg PV/j, injecté par voie IM pendant 10 j) sur les transferts de calcium de la mère au fœtus, a été étudiée chez 3 lots de 10 cobayes aux 40^{e}, 50^{e} et 66^{e} jours de gestation. Aux 40^{e} et 50^{e} jours le 1,25-dihydroxycholécalciférol augmente la teneur du fœtus en calcium et en phosphore. Les transferts fœto-placentaires de ^{45}Ca (mesurés pendant une période variant entre 30 et 90 min) sont toujours plus élevés chez les animaux traités, mais cette différence n'est significative qu'au 40^{e} jour de gestation.

J. GRIZARD, M. SZCZYGIEL : Plasma insulin and insulin kinetics in growing sheep. Influence of age and diet. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (2A), 245-257.

Le présent travail a pour but d'étudier le métabolisme de l'insuline chez l'agneau ruminant en croissance recevant soit un régime témoin soit un régime expérimental (pauvre en matières azotées aussi bien que riche en acide propionique). Les variations nycthémérales de l'insulinémie sont mesurées. La teneur plasmatique en insuline est également déterminée à différents temps après l'injection intraveineuse d'une forte dose d'insuline non radioactive, dans le but de calculer les taux de clairance métabolique et de sécrétion de l'hormone.

Au poids moyen de 23 kg, l'insulinémie atteint une valeur maximale à 10 h le matin dans le lot témoin et à 3 h l'après-midi dans le lot expérimental. Dans les deux lots, au poids moyen de 33 kg, elle présente un pic à 10 h le matin ainsi qu'une augmentation modérée à 3 h l'après-midi. Si le temps 3 h l'après-midi n'est pas pris en compte, l'insulinémie moyenne au cours du nycthémère augmente avec le poids corporel. Elle est significativement plus faible dans le lot expérimental que dans le lot témoin.

La période de demi-vie de l'insuline injectée est constante chez tous les animaux (13 min). Dans les deux lots, l'insulinémie constatée à différents temps après l'injection est plus forte au poids moyen de 33 kg qu'à celui de 23 kg. Le taux de clairance métabolique de l'insuline est diminué. De plus, dans le lot témoin, la sécrétion d'insuline moyenne au cours du nycthémère (moins la valeur à 3 h l'après-midi) est abaissée. L'insulinémie constatée à différents temps après l'injection est plus forte dans le lot expérimental que dans le lot témoin. Au poids moyen de 23 kg, le taux de clairance métabolique de l'hormone est diminué ; la sécrétion d'insuline est accrue à 3 h l'après-midi alors qu'elle est diminuée aux autres temps. Au poids moyen de 33 kg, les paramètres calculés du métabolisme de l'insuline ne sont pas significativement modifiés.

J. GRIZARD : Insulin binding to skeletal muscle membranes in growing ruminating sheep fed different diets. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (2B), 389-401.

Le but du présent travail est l'étude des récepteurs de l'insuline dans le muscle squelettique chez l'agneau ruminant en croissance (30-36 kg) recevant un régime témoin (lot témoin) ou soumis à une restriction azotée (lot expérimental). Les membranes des muscles *sternocephalicus* (muscle lent, contenant aussi bien des fibres rouges que des fibres blanches) sont purifiées selon le procédé de Kidwai. Ces membranes, riches en activité enzymatique 5′-nucléotidase, sont composées de la membrane plasmique et des tubes transversaux. L'activité enzymatique cytochrome-c oxydase relativement élevée, traduit leur contamination par des composants mitochondriaux. Il est bien établi que de telles membranes contiennent aussi du réticulum sarcoplasmique.

La fixation de l'^{125}I insuline aux membranes purifiées est mesurée à 4 et 30 °C, à différents temps et différentes concentrations en insuline et en membranes. La fixation spécifique de l'^{125}I insuline augmente avec la durée d'incubation et atteint un maximum au bout de 16-24 heures (à 4 °C) ou 1-2 heures (à 30 °C). A 30 °C, elle est proportionnelle à la concentration en membranes. A faible teneur en insuline, la fixation spécifique maximum de l'^{125}I insuline est sensiblement identique aux deux températures. L'élévation de la concentration en insuline provoque une inhibition de la fixation spécifique de l'^{125}I insuline. La fixation spécifique maximum de l'^{125}I-isuline représente environ 40 % de la fixation totale de l'^{125}I-insuline.

La quantité de protéines membranaires récoltée par g de muscle est la même dans les deux lots. L'activité spécifique des enzymes associées au plasmolemme (5′-nucléotidase, phosphodiestérase) est plus fabible dans le lot expérimental que dans le lot témoin ; en revanche, l'activité spécifique de la cytochrome-c oxydase est plus élevée. Tout se passe comme si le degré de pureté des membranes est plus faible dans le lot expérimental que dans le lot témoin. C'est pourquoi les résultats sont exprimés par rapport à l'activité enzymatique 5′-nucléotidase. Aux deux températures et pour une gamme très large de concentrations en insuline, y compris celles correspondant à la saturation des récepteurs, la fixation spécifique de l'^{125}I insuline est deux à cinq fois plus élevée dans le lot expérimental que dans le lot témoin. La dégradation de l'^{125}I insuline au cours des incubations est négligeable dans les deux lots.

B. AUROUSSEAU, M. VERMOREL, J.C. BOUVIER : Influence du remplacement d'une partie du suif d'un aliment d'allaitement par de la tricaproïne ou de l'huile de coprah, sur l'utilisation de l'énergie et de l'azote par le veau préruminant ; influence du niveau d'alimentation antérieur. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (3), 587-597.

J.P. JOUANY, J. SENAUD : Influence des ciliés du rumen sur l'utilisation digestive de différents régimes riches en glucides solubles et sur les produits terminaux formés dans le rumen. II - Régimes contenant de l'inuline, du saccharose et du lactose. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1983, 23 (3), 607-623.

I.N.R.A.
RENNES

E.N.S.A.
RENNES

I.N.A.
PARIS-GRIGNON

Organisent des journées à Rennes
les 26, 27, 28 septembre 1984

sur le thème

La composition chimique du lait et ses incidences technologiques

Cette réunion a pour objectif de faire le point sur l'état actuel des connaissances concernant les principaux constituants du lait, les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, les facteurs de variation de la composition du lait de la traite à l'usine. Les conséquences technologiques de ces variations et les moyens de remédier aux éventuelles anomalies de composition du lait seront également abordés.

Ces journées s'achèveront par une table ronde permettant de mettre en lumière le point de vue des producteurs et des transformateurs face au problème de l'évolution de la qualité du lait et de son mode de paiement.

Pour tous renseignements, adresser le talon ci-dessous à :

DEPARTEMENT DE FORMATION CONTINUE DE L'E.N.S.A.R.
65, route de Saint-Brieuc - 35042 Rennes Cedex
Tél. (99) 54.20.77 - (99) 59.02.40

M . . . . . .
Adresse . . . . . .
. . . . . .

Désire recevoir toutes les informations (programme détaillé, modalités pratiques d'inscription...) concernant les journées de Rennes des 26, 27 et 28 septembre 1984.

VIENT DE PARAÎTRE

Alimentation des bovins

Coordination I.N.R.A.P.
Edition I.T.E.B.

Lors du lancement des nouvelles normes alimentaires par les chercheurs de l'INRA sous la direction de R. JARRIGE, il avait été prévu leur diffusion à plusieurs niveaux de lecteurs. Le premier, la source, dite le Livre Rouge, fournissait et fournit encore les bases de la méthode en quelque 600 pages. A l'opposé, un résumé en fut réalisé : « Pratique de l'Alimentation des Bovins », celui-là plus orienté vers les applications des nouvelles normes à l'élevage des bovins, destiné aux éleveurs, aux techniciens de terrain et aux élèves de l'enseignement agricole. Entre ces deux champs de la diffusion, il avait été prévu un manuel qui fournirait tout particulièrement, à l'enseignement d'abord, mais aussi aux techniciens spécialisés et bien sûr aux éleveurs intéressés, la théorie et ses applications d'une manière complète, élaborée et très pédagogique (écrite par un groupe d'enseignants coordonné par l'Institut National de Recherches et d'Applications Pédagogiques, I.N.R.A.P. de Dijon). C'est ce manuel que l'I.T.E.B. vient d'éditer et dont le sommaire est présenté ci-dessous. Plus qu'un exposé sur les nouvelles normes, il intègre également les dernières connaissances sur l'alimentation des bovins en général. Cependant, afin qu'aucune équivoque ne subsiste quant à l'unité des trois maillons de la diffusion des nouvelles normes, il convient de souligner que tous les tableaux de valeur alimentaire contiennent les mêmes données et qu'il n'y a notamment aucune évolution par rapport à celles fournies dans les tables des aliments et dans les tableaux d'application au rationnement figurant dans « Pratique de l'Alimentation des Bovins » (qu'il reproduit le plus souvent). Par contre, ce manuel intègre beaucoup plus largement les aspects théoriques et de conception des applications (450 pages au lieu de 160 !).

Sommaire

Avant-propos, par M. MEAILLE
Préface de R. JARRIGE
Chapitre I - Les aliments des ruminants : constituants et composition
Chapitre II - Utilisation digestive et métabolique des aliments
Chapitre III - Dépenses, besoins et recommandations alimentaires
Chapitre IV - Alimentation énergétique
Chapitre V - Alimentation azotée
Chapitre VI - Alimentation minérale
Chapitre VII - Alimentation vitaminique
Chapitre VIII - Additifs alimentaires et substances anabolisantes
Chapitre IX - Consommation d'aliments et d'eau
Chapitre X - Alimentation et rationnement des vaches laitières
Chapitre XI - Alimentation et rationnement des vaches allaitantes
Chapitre XII - Prévision de la valeur alimentaire des aliments des ruminants
Bibliographie
Glossaire
Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages

Bon de commande

A adresser à : TECHNIPEL, 149, rue de Bercy
75595 Paris Cedex 12

Veuillez me faire parvenir : .....exemplaires de

Alimentation des bovins

au prix de 130,00 F que je règle :
- par chèque bancaire ou postal à l'ordre de : TECHNIPEL

NOM : . . . . . .
ORGANISME : . . . . . .
ADRESSE : . . . . . .
. . . . . .

Date : Signature ou cachet :

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

PÉRIODIQUES

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1984	France Prix T.T.C.	Etranger Prix net	LE NUMERO	
			France Prix T.T.C.	Etranger Prix net
AGRONOMIE, 10 nos par an.....	580 F	700 F	80 F	80 F
ANNALES DE ZOOTECHNIE, 4 nos par an.....	380 F	500 F	120 F	120 F
ANNALES DES SCIENCES FORESTIERES, 4 nos par an.	335 F	475 F	100 F	100 F
ANNALES DE RECHERCHES VETERINAIRES, 4 nos par an.....	380 F	500 F	120 F	120 F
GENETIQUE, SELECTION, EVOLUTION, 4 nos par an..	380 F	500 F	120F	120F
APIDOLOGIE, 4 nos par an.....	195 F	260 F (sauf RFA)	65 F	65 F (sauf RFA)
BULLETIN TECHNIQUE DU CRZV DE THEIX.....	108 F	130 F	38 F	38 F

DERNIERS OUVRAGES PARUS

21-603-84 **Alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles.**
1984, 296 p..... 135,00 F

20-G37-84 **La sélection en station chez le Porc : indices de sélection dérivés des résultats de croissance, de carcasse et de qualité de viande recueillis dans les stations françaises de sélection de 1969 à 1978**
par J. TIBAU i FONT et L. OLLIVIER - 1984, 69 p..... 70,00 F

21-536-82 **Actions du climat sur l'animal au pâturage. Séminaire de la commission d'agrométéorologie, Theix, 31 mars - 1er avril 1982**
1982, 205 p..... 80,00 F

21-612-84 **Equations de prédiction de la valeur énergétique des aliments composés destinés aux volailles : étude expérimentale**
1984, 69 p..... 45,00 F

23-542-82 **6e Réunion des microbiologistes de l'INRA, Murat-Le-Quaire, 17-18 juin 1982.**
1982, 169 p..... 50,00 F

22-537-82 **Atlas stéréotaxique du diencéphale de l'oie de race landaise,** par B. FELIX
Un ouvrage 21×29,7 à l'italienne, 27 planches 1982, 72 p. 120,00 F

24-601-84 **Le Brochet : gestion dans le milieu naturel et élevage.**
1984, 371 p..... 190,00 F

24-604-84 **La Biologie de l'écrevisse** *Astacus astacus* L., par J. CUKERZIS (Traduction N. ZUZYNE)
1984, 313p..... 145,00 F

51-600-83 **Friches, parcours et activités d'élevage. Points de vue d'agronomes sur les potentialités agricoles. Le cas des Vosges et des Causses**
1983, (55 p. + cartes)..... 60,00 F

« LES COLLOQUES DE L'I.N.R.A. »

24-C22-84	**Symposium international sur le Sanglier. Toulouse, 24-26 avril 1984** 1984, 226 p.....	110,00 F
22-C20-84	**Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, 8-10 juin 1983** 1984, 519 p.....	195,00 F
21-C16-83	**Métabolisme et nutrition azotés. Protein metabolism and nutrition. 4e symposium international, Clermont-Ferrand, 5-9 septembre 1983.**	
21-C16-01	Vol. 1. Rapports 1983, 461 p.....	140,00 F
21-C16-02	Vol. 2. Communications 1983, 483 p.....	160,00 F
20-C14-83	**European workshop on bovine histocompatibility, Jouy-en-Josas, 20-22 juin 1982.** 1983, 134 p.....	60,00 F

Les demandes d'abonnements et les commandes doivent être adressées au Service des Publications de l'Institut National de la Recherche Agronomique, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications de l'I.N.R.A., par virement postal à son compte courant : 9064-43 V Paris, sans mentionner d'adresse, ou par bons U.N.E.S.C.O.

Les demandes peuvent être souscrites également par l'intermédiaire des libraires dans les conditions habituelles.

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs et de l'Institut national de la Recherche agronomique

Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles
Dépôt légal : 3 ème trimestre 1984
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP